



Bachelorarbeit

Enrico Beil

Erarbeitung von Konstruktionsvarianten für eine
Fellschiebeeinrichtung für ein 84-Zoll Walzwerk
(Zusatzeinrichtung für Gummi-Misch-Anlagen)

Development of design variants for
a moving stock guide for a 84"- rolling mill
(additional equipment for rubber blending equipment)

Enrico Beil

Erarbeitung von Konstruktionsvarianten für eine
Fellschiebeeinrichtung für ein 84-Zoll Walzwerk
(Zusatzeinrichtung für Gummi-Misch-Anlagen)

eingereicht als

BACHELORARBEIT

an der

HOCHSCHULE MITTWEIDA

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fakultät Maschinenbau

Mittweida, 2011

Erstprüfer: Prof. Dr.- Ing. Weidermann

Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Rüster

Vorgelegte Arbeit wurde verteidigt am:

Bibliographische Beschreibung

Beil, Enrico:

Erarbeitung von Konstruktionsvarianten für eine Fellschiebeeinrichtung für ein 84-Zoll Walzwerk (Zusatzeinrichtung für Gummi-Misch-Anlagen). – 2011. - 48 S.

Mittweida, Hochschule Mittweida, Fakultät Maschinenbau,
Bachelorarbeit, 2011

Referat

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, praxistaugliche Varianten für Fellschiebeeinrichtungen zu entwickeln. Da es sich dabei um Zusatzeinrichtungen für Mischwalzwerke handelt, welche dem Sondermaschinenbau zuzuordnen sind, werden allgemein verwendbare Lösungen gesucht. Detaillösungen sind in diesem Bereich des Maschinenbaus an Kundenanforderungen geknüpft, und müssen gesondert betrachtet werden. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache wird eine Vorauswahl für spätere Konstruktionen getroffen und bis zum Entwurf entwickelt. Zum Schluss erfolgt ein Ausblick auf weitere konstruktive Möglichkeiten der Optimierung.

Inhaltsverzeichnis

Bibliographische Beschreibung und Referat.....	I
Inhaltsverzeichnis.....	II
Abkürzungsverzeichnis.....	IV
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	VI
Formelverzeichnis.....	VII
0 Einleitung.....	1
1. Motivation.....	2
2. Darstellung Ist- Zustand.....	3
3. Problemstellung.....	5
4. Aufgabenstellung.....	5
5. Lösungsweg.....	6
6. Klären der Aufgabenstellung.....	9
6.1. Bestimmung der Schubkraft.....	10
6.2. Bestimmung der Gewichtskraft.....	11
6.3. Zuführung des Mischgutes.....	11
6.4. Verstellung einer Walze.....	12
6.5. Vorschubgeschwindigkeit der Fellschiebeeinrichtung.....	13
6.6. Abstand zwischen Walze und Abstreifbacken.....	13
6.7. Verunreinigung des Mischgutes.....	13
6.8. Reinigung der Abstreifbacken.....	14
6.9. Wartung.....	14
6.10. Platzbedarf.....	14
6.11. Normen und Gesetze.....	15
6.12. Konstruktive Vorgaben.....	15
6.13. Anforderungsliste.....	16
7. Konzipieren.....	19
7.1. Abstrahieren.....	19
7.1.1. Funktionsanalyse.....	20
7.1.2. Funktionsstruktur für Antriebsvariante.....	20
7.2. Führung und Befestigung.....	21
7.2.1. Führung der Vorrichtung.....	21
7.2.2. Befestigung der Vorrichtung.....	21
7.2.3. Kombinierte Führung – Antrieb – Lösung.....	21
7.2.4. Führung mit separatem Antrieb.....	22

7.3. Antriebsvarianten	23
7.3.1. Linearmotor	23
7.3.2. Linearantrieb.....	24
7.3.3. Elektrozyylinder	25
7.3.4. Hydraulikzylinder	26
7.3.5. Pneumatikzylinder	27
7.3.6. Teleskopzylinder	27
7.3.7. Gewindespindeln	27
7.3.8. Teleskopspindel	29
7.3.9. Kettengetriebe	29
7.3.10. Zahnriemen	29
7.3.11. Zahnstange.....	30
7.3.12. Einsatz von Motoren.....	30
7.4. Berechnungen für Dimensionierungen	31
7.4.1. Überblick.....	31
7.4.2. Gewindetriebsdimensionierung.....	31
7.4.3. Zylinderdimensionierung	32
7.5. Vorauswahl	34
7.5.1. Zweck einer Vorauswahl	34
7.5.2. Varianteneinschränkung.....	34
7.5.3. Variantenoptionen	35
7.5.4. Zusammenfassung Vorauswahl.....	38
7.6. Variantenvergleich.....	38
7.6.1. Grundlagen für Variantenvergleich	38
7.6.2. Aufstellen von Bewertungskriterien.....	39
7.6.3. Durchführung Variantenvergleich.....	40
8. Fazit	41
9. Weiterführung.....	41
9.1. Abstreifbacke	41
9.2. Schwenkvorrichtung	42
10. Zusammenfassung.....	43
11. Ausblick.....	44
12. Anlagenverzeichnis	45
13. Literatur- und Quellenverzeichnis.....	46
14. Erklärung zur selbstständigen Anfertigung der Arbeit	48

Abkürzungsverzeichnis

FSE.....	Fellschiebeeinrichtung
ProE.....	CAD-Programm Pro Engineer (Wildfire 4)
VDI.....	Verein Deutscher Ingenieure
DIN.....	Deutsches Institut für Normung
EN.....	Europa Norm
ISO.....	International Organization for Standardization
Hrsg.....	Herausgeber

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Walzwerk mit Mischgut und Fell auf der vorderen Walze.....	3
Abbildung 2: angeschwenkte Schneidvorrichtung und Gummistreifen.....	4
Abbildung 3: Konstruktionsprozess.....	7
Abbildung 4: Abstreifbacken.....	9
Abbildung 5: Herabfallendes Mischgut und Schaltstange für Not Halt.....	12
Abbildung 6: Screenshot ProE: vereinfachtes Walzenmodell.....	17
Abbildung 7: Gesamtfunktion Fellschiebeeinrichtung nach Conrad.....	20
Abbildung 8: Funktionsstruktur Fellschiebeeinrichtung nach Haberhauer.....	21
Abbildung 9: Screenshot ProE: kombiniert Säulenführung und Gewindespindel.....	22
Abbildung 10: Screenshot ProE: Säulenführung für Fellschiebeeinrichtung.....	22
Abbildung 11: Linearmotor mit Schienenführung.....	23
Abbildung 12: Linearmotor runde Ausführung.....	23
Abbildung 13: Schnittdarstellung Linearantrieb mit Spindel.....	24
Abbildung 14: Schnittdarstellung Linearantrieb mit Zahnriemen.....	24
Abbildung 15: Elektrozyylinder.....	25
Abbildung 16: Auswahl Hydraulikzylinder.....	26
Abbildung 17: Prinzip doppeltwirkender Zylinder.....	26
Abbildung 18: Teleskopzylinder.....	27
Abbildung 19: Gewindespindeln.....	28
Abbildung 20: Aufbau Kugelgewindemutter.....	28
Abbildung 21: Teleskopgewindespindel.....	29
Abbildung 22: Ketten.....	29
Abbildung 23: Zahnriemen und Zahnscheiben.....	29
Abbildung 24: Zahnstange und Ritzel.....	30
Abbildung 25: Kolbenstangenbelastungsdiagramm.....	32
Abbildung 26: Screenshot ProE: ausgefahrener Zylinder.....	35
Abbildung 27: Screenshot ProE: FSE mit zwei Hydraulikzylindern, ausgefahren.....	36
Abbildung 28: Screenshot ProE: FSE mit zwei Hydraulikzylindern, eingefahren.....	36
Abbildung 29: Screenshot ProE: FSE mit außenliegender Gewindespindel.....	36

Abbildung 30: Screenshot ProE: Grobentwurf Abstreifbacke mit Herzstück und Mitnehmer.....	41
Abbildung 31: Screenshot ProE: FSE und geteilte Abstreifbacke	42
Abbildung 32: Screenshot ProE: FSE und geteilte Abstreifbacke in Reinigungsposition geschwenkt	42

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiele für Gummikomponenten.....	1
Tabelle 2: Arbeitsabschnitte nach VDI 2221.....	6
Tabelle 3: allgemeine Zusammenstellung der Vorgaben.....	16
Tabelle 4: Anforderungsliste.....	18-19
Tabelle 5: Wertskala für Variantenvergleich.....	38
Tabelle 6: Prinziplösungen für Variantenvergleich.....	40
Tabelle 7: Bewertungsliste	40

Formelverzeichnis

A.....	Fläche
d_K	Durchmesser Zylinderkolben
d_S	Durchmesser Kolbenstange
p	Druck
F	Kraft
F_G	Gewichtskraft
F_A	Schubkraft
W_t	technische Wertigkeit
d_3	Kerndurchmesser Schraube
S	Sicherheitsfaktor
l	Länge
l_K	Knicklänge nach Euler
E	Elastizitätsmodul

0 Einleitung

Im täglichen Leben sind wir alle von Produkten und Gegenständen aus der gummiverarbeitenden Industrie umgeben. Autoreifen, Keilriemen, Gummischläuche, Förderbänder, Boote, Planen und Fußbodenbeläge sind nur offensichtliche Vertreter der breiten Produktpalette. Hinzu kommen viele Anwendungen und auch Kleinteile. Von Dichtungen, Isolationen, Dämpfern, Textilien, Verpackungen, Beschichtungen und Imprägnierungen bis hin zu Klebern und Festbrennstoffen in Raketen existiert eine Vielzahl von Produkten mit verschiedenartigen Eigenschaften.

Beständigkeit gegen Mineralöle, Salzwasser, Alterung, Hitze, Licht, Abrieb oder Ozon, aber auch flammenwidrige Eigenschaften oder Antiseptik in der Medizintechnik können realisiert werden.

Bei der industriellen Herstellung von Gummi werden Mischungen aus Naturkautschuk, synthetischem Kautschuk sowie verschiedenen Komponenten in unterschiedlichen Zusammenstellungen erzeugt.

Um diese Mischungen herzustellen, benötigt die gummiverarbeitende Industrie Sondermaschinen, die auf die jeweiligen Anforderungen abgestimmt sind.

Tabelle1: Beispiele für Gummikomponenten

Stoffe	Eigenschaft
Zinkoxid	Beschleunigung der Vulkanisation
Kalk	Beschleunigung der Vulkanisation, Erhöhung Viskosität
Kieselsäure	Aufhellung
Kreide	Aufhellung, Weichmacher
Zinksulfid	Weißpigment
Eisenrot	Gelb-, Orange-, Braunfärbung
Ultramarin	Blaufärbung
Ruß	Verstärkender Füllstoff
Styrolharze	Härter, Verstärker
Schwefel	Vulkanisation
Fettsäuren	Weichmacher
Sojaöl	Weichmacher
Mineralöle	Weichmacher
Salizylsäure	Verzögerer
	Geruchsverbesserer
	Antiseptika

1. Motivation

Da die Maschinen in der Kautschuk verarbeitenden Industrie über extrem lange Laufzeiten verfügen, existiert neben der Nachfrage nach Zusatzeinrichtungen für neue Maschinen auch ein hohes Nachrüstpotenzial an bestehenden Anlagen.

Fellschiebeeinrichtungen für Walzwerke bis 60 Zoll Baugröße sind in unterschiedlichen Varianten Stand der Technik. Aufgrund der Baugröße lassen sich aber bestehende Konzepte nicht einfach auf ein 84 Zoll Walzwerk übertragen.

Es ist deshalb notwendig nach Lösungen zu suchen, die die Funktion der Fellschiebeeinrichtung erfüllen und gleichzeitig eine Optimierung des Platzbedarfs gewährleisten.

„Die Entscheidungen, die in der Konstruktion getroffen werden, sind für den späteren Erfolg des Produkts verantwortlich. Hier werden nicht nur Funktionalität und Gestalt, sondern zum größten Teil auch die Kosten festgelegt. Das größte Potenzial für Kostenreduzierung und Qualitätsverbesserungen liegt [...] in der Produktentwicklung.“ [9] S.196

2. Darstellung Ist- Zustand

Das Bereitstellen der geforderten Gummimischung erfolgt durch das Zusammenführen der Komponenten in Innenmischern. Es ist aufgrund der Rezepturen nicht möglich einen fortlaufenden Prozess zu gestalten, sondern es werden Chargen hergestellt.

In den meisten Anwendungsfällen ist ein anschließendes Homogenisieren, Kühlen und Fertigmischen notwendig. Diese Produktionsschritte werden mit Mischwalzwerken realisiert.

Das Mischgut wird von oben auf das Walzwerk aufgebracht, durch den Walzenspalt nach unten gepresst und umschließt, als so genanntes Fell, die vordere Walze. Von dort tritt es oben wieder in den Walzenspalt ein (siehe Abb.1).



Abb.1: Walzwerk mit Mischgut und Fell auf der vorderen Walze [1]

Ist der Mischvorgang abgeschlossen, wird ein definierter Streifen des Felles an der Walzenseite eingeschnitten und der weiteren Bearbeitung, zum Beispiel in Kalandern, zugeführt. Durch die Walzenrotation wird dem Fell ständig neue Gummimischung zugeführt und es entsteht ein langer Streifen (siehe Abb.2).

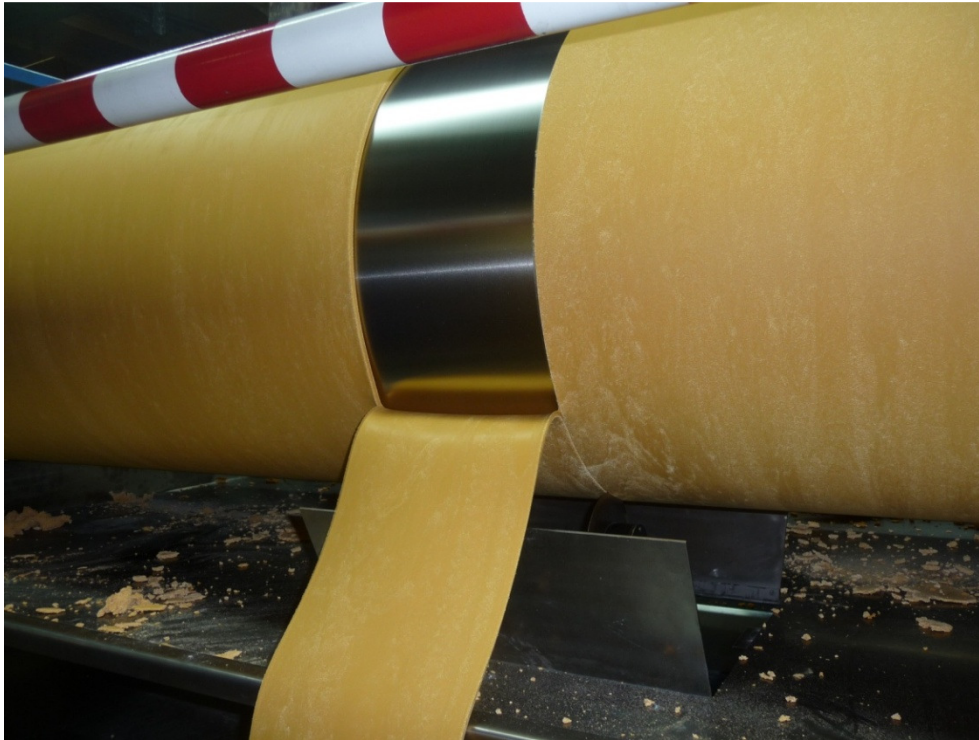


Abb.2: angeschwenkte Schneidvorrichtung und Gummistreifen [1]

Um eine gleichmäßige Materialdicke zu gewährleisten, muss das Mischgut vom entgegengesetzten Walzenende in Richtung Schneidvorrichtung verschoben werden. An Walzwerken, größer als 60 Zoll, wird diese Arbeit durch den Maschinenbediener übernommen, der mit einem Messer das Fell einschneidet und dann von Hand in die gewünschte Richtung umschlägt. Dieser Arbeitsschritt muss so lange wiederholt werden, bis das Mischgut vollständig verarbeitet ist.

3. Problemstellung

Das Einschneiden und Umschlagen des Felles erfolgt mit einem Messer von Hand an der rotierenden Walze und beinhaltet somit mehrere Teilprobleme.

Zuerst ist ein hohes Maß an Erfahrung notwendig, um den richtigen Zeitpunkt für den Eingriff zu erkennen, da ein zu frühes ebenso wie ein zu spätes Umschlagen negative Auswirkungen auf das Zwischenprodukt haben.

Weiterhin handelt es sich für den Maschinenbediener um eine körperlich sehr schwere Arbeit, da das Mischgut auf dem Walzwerk Temperaturen zwischen 60°C und 70°C hat, als zäh zu bezeichnen ist und sehr stark klebt.

Ein weiterer Punkt ist, im Hinblick auf die hohe Klebkraft und die Rotation der Walzen, die Gefährdung des Bedieners durch den Eingriff in die laufende Maschine, im Sinne des Arbeitsschutzes.

4. Aufgabenstellung

Aufgrund der Problemstellung soll eine automatische Fellschiebeeinrichtung als Zusatzeinrichtung für ein 84 Zoll Walzwerk entwickelt werden.

Diese soll eine konstante Zuführung des Mischgutes in Richtung der Schneidvorrichtung, eine Entlastung des Maschinenbedieners sowie eine Erhöhung des Arbeitsschutzes realisieren.

Dabei müssen ablaufspezifische und konstruktive Voraussetzungen ermittelt, analysiert und einbezogen werden.

Schwerpunkt ist hierbei die Auslegung einer Antriebsvariante.

5. Lösungsweg

„Das Konstruieren ist ein vielschichtiger, komplizierter und schwer planbarer Vorgang. Unter Konstruieren versteht man das vorwiegend schöpferische, auf Wissen und Erfahrungen gegründete und optimale Lösungen anstrebende Vorausdenken technischer Erzeugnisse, Ermitteln ihres strukturellen Aufbaus und Schaffen fertigungsreifer Unterlagen. [...]

Die Konstruktionsmethodik versucht, den Konstruktionsprozess planbar zu machen und zielgerichtet zu neuartigen und optimalen Produkten zu gelangen. “

[9] S.196

Zur systematischen Vorgehensweise wurde zu Beginn des Projektes ein Lösungsweg gesucht, um allen Anforderungen gerecht zu werden und eine optimale Variante zu bestimmen.

„ Der Ablauf von Konstruktions- und Entwicklungsprozessen wird häufig in 4 Phasen gegliedert: Planen, Konzipieren, Entwerfen, Ausarbeiten. Je nach Aufgabe und Komplexität sind diese Arbeitsabschnitte weiter zu untergliedern.“

[8] S.18

In der Richtlinie VDI 2221 werden dazu 7 Arbeitsabschnitte empfohlen, welche in Tabelle 2 zusammengefasst sind:

Tab.2: Arbeitsabschnitte nach VDI 2221

Arbeitsabschnitt	Ergebnis
Klären und Präzisieren der Aufgabenstellung	Anforderungsliste
Ermitteln von Funktionen und deren Strukturen	Funktionsstrukturen
Suchen nach Lösungsprinzipien und deren Strukturen	Prinzipielle Lösungen
Gliederung in realisierbare Module	Modulare Strukturen
Gestalten der maßgebenden Module	Vorentwürfe
Gestalten des gesamten Produkts durch Detaillierung	Gesamtentwurf
Ausarbeitung der Ausführungs- und Nutzungsangaben	Produktdokumentation

Diese allgemeine Richtlinie wurde durch Prof. Dr.-Ing. Horst Haberhauer weiter konkretisiert und als Flussbild dargestellt:

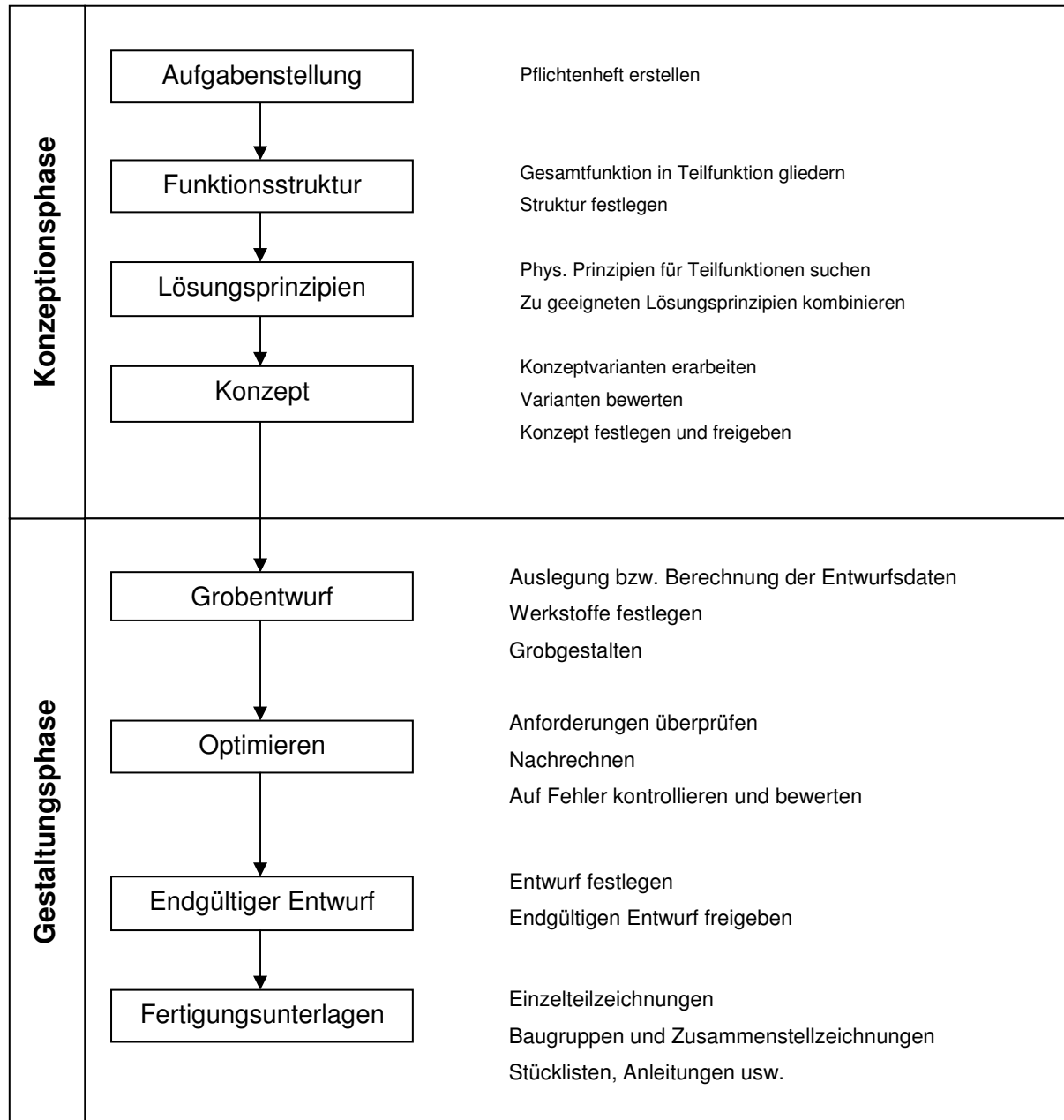


Abb.3 : Konstruktionsprozess [9] S.201

Im Zuge dieser Bachelorarbeit soll sich auf die Konzeptionsphase beschränkt werden. Dabei wird eine Grobgestaltung schon während des Findens der Lösungsprinzipien vorgenommen.

Für die vorliegende Aufgabenstellung wird der folgende Lösungsweg gewählt:

Zuerst müssen die technischen Bedingungen, welche sich aus der praktischen Anwendung ergeben und eingehalten werden müssen, erfasst werden.

Danach werden konstruktive Rahmenbedingungen, wie Maße von Rahmen und Walzen ermittelt, da diese die Grundlage für die Auslegung der Fellschiebeeinrichtung bilden, und für die Berechnung von Festigkeit und Kräften benötigt werden.

Als nächstes erfolgt eine Zusammenstellung möglicher Konzepte.

Um eine optimale Lösung zu erreichen, werden im Anschluss die Kriterien für die Vorauswahl bestimmt. Um eine Festlegung treffen zu können, wird ein Variantenvergleich durchgeführt.

Anhand dieser Auswahl wird ein Entwurf erstellt, welcher später zur fertigen Konstruktion ausgearbeitet werden muss.

Als letzten Schritt erfolgen Anpassungen nach Kundenvorgaben, wobei auch mögliche Erweiterungen einfließen können.

6. Klären der Aufgabenstellung

„Das Klären der Aufgabenstellung umfasst alle Tätigkeiten der informativen Festlegung, um nach Informationsbeschaffung alle Anforderungen, Daten und Bedingungen in strukturierter Form geordnet aufzubereiten.“

[10] S.70

Als Grundprinzip einer Fellschiebeeinrichtung werden einseitig die vorhandenen Abstreifbacken(siehe Abb.3), welche ein Eindringen der Gummimischung in die Walzenlager verhindern und die seitliche Führung für das Mischgut darstellen, verschoben.

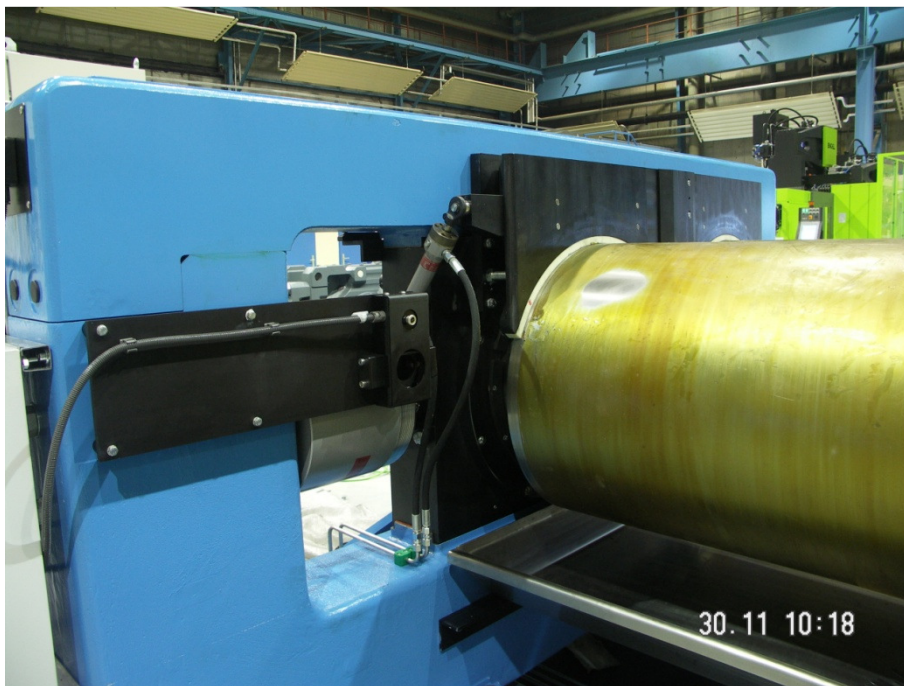


Abb. 4: Abstreifbacken [1]

Es werden somit Änderungen an einer bestehenden Maschine vorgenommen, wobei deren ursprüngliche Funktion erhalten bleiben muss.

Aus Anforderungen und Wünschen von Kunden und Erfahrungen aus der Praxis wurde eine Zusammenstellung von Anforderungen erarbeitet.

6.1. Bestimmung der Schubkraft

Die benötigte Schubkraft wurde experimentell auf einer hydraulischen Fellschiebevorrichtung eines 60 Zoll Walzwerks ermittelt. Um einen Maximalwert zu erhalten, wurde eine harte Gummimischung verwendet.

Der dabei eingesetzte Hydraulikzylinder benötigte 40 bar Öldruck, um das Fell zu verschieben. Aus den Zylinderabmessungen und dem ermittelten Druck wurde die benötigte Kraft berechnet:

$$\text{Zylinder:} \quad d_K = 80\text{mm}, d_S = 36\text{mm}, A = \frac{\pi}{4} \times (d_K^2 - d_S^2)$$

$$\text{Druck:} \quad p = 40 \text{ bar} = 4 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Kraft:} \quad F = p \times A$$

$$F = 4 \text{ N/mm}^2 \times \left\{ \frac{\pi}{4} \times (80^2 \text{ mm}^2 - 36^2 \text{ mm}^2) \right\}$$

$$\underline{\underline{F = 16034,7 \text{ N}}}$$

$$\text{Verhältnis der Walzendurchmesser:} \quad \frac{\varnothing \text{ Walze } 84''}{\varnothing \text{ Walze } 60''} = \frac{660 \text{ mm}}{550 \text{ mm}} = 1,2$$

$$\text{Überschlägige Schubkraft:} \quad F_A = 16 \text{ kN} \times 1,2$$

$$\underline{\underline{F_A = 19,2 \text{ kN}}}$$

Aufgrund der Tatsache, dass das Schieben am Ende des Mischvorganges durchgeführt wird, es wird also nur das Fell geschoben, liegen die Kräfte auf größeren Walzwerken bei gleicher Mischung und gleichem Walzenspalt in derselben Größenordnung.

Um eine Sicherheit für extreme Gummimischungen zu gewährleisten, wird die Anlage auf 20 kN Schubkraft ausgelegt.

6.2. Bestimmung der Gewichtskraft

Für die Dimensionierung von Führung und Antrieb ist das Gewicht der eigentlichen Schiebeeinrichtung eine wichtige Größe. Da diese aber erst nach der Festlegung eines Konzeptes und der Konstruktion der benötigten Teile ermittelt werden kann, wird hier von einer Masse 100 kg ausgegangen.

$$\begin{aligned}\text{Gewichtskraft: } F_G &= m \times g = 100 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \\ F_G &= 981 \text{ N}\end{aligned}$$

Somit wird als Grundlage für die Auslegung eine Gewichtskraft von 1000 N festgelegt.

6.3. Zuführung des Mischgutes

Die Zuführung des Mischgutes erfolgt bei fast allen industriellen Anwendungen von oben aus den Mischern. Dabei fällt die Gummimischung aus einem Trichter auf den Walzenspalt (siehe Abb.5). Diese Anordnung wurde gewählt, da so die einzelnen Komponenten in Vorratsbehältern in höher gelegenen Stockwerken gelagert werden können und mittels Schwerkraft in die Mischer und danach auf die Walzwerke befördert werden können.

Da es sich bei den Mischungen zum Teil um kompakte Massen, im Falle von 84 Zoll Walzwerken zwischen 120 kg und 180 kg, handelt, hat es sich in der Praxis erwiesen, dass ein freier Korridor von 700mm nicht unterschritten werden sollte.

Eine gezieltere Führung des Mischgutes mit engeren Trichtern ist ebenfalls versucht worden und nicht praktikabel, da dabei die Gefahr einer Verstopfung des Trichters unverhältnismäßig hoch wird.

Aus diesem Aufbau heraus verbietet sich eine Platzierung von Antrieben oder Führungen für eine Fellschiebevorrichtung über dem Walzenspalt.



Abb. 5: Herabfallendes Mischgut und Schaltstange für Not Halt [1]

6.4. Verstellung einer Walze

Da auf jedem Walzwerk je nach Anforderung unterschiedliche Gummimischungen gefahren werden, um verschiedene Zwischenprodukte zu erzeugen, ist es zwangsläufig notwendig eine der Walzen verstellbar auszuführen.

Nicht nur die Stärke des abgenommenen Streifens variiert, auch während des Walzens ist es, zum Beispiel bei sehr harten Mischungen, notwendig, mit einem weiten Walzenspalt zu beginnen und während des Mischvorganges langsam zum geforderten Maß zuzufahren, um eine unnötige Materialbeanspruchung, oder sogar die Zerstörung einer Walze zu vermeiden.

Da das Verfahren einer Walze für den Produktionsprozess benötigt wird, nutzt man es in der Praxis für die Einhaltung der Sicherheitsanforderungen:

„ Das Auslösen der Stange (siehe Abb.4) mit Annäherungsreaktion während des Laufs der Walzen muss das Anhalten der Walzen [...] bewirken [...]

Nach Stillstand der Walzen müssen die Walzen

- a) automatisch auseinanderfahren, und zwar mindestens auf eine Spaltbreite von 25 mm nach 5s, in der Endlage mindestens auf 50mm und/oder
- b) automatisch nach einer Zeit $\leq 2s$ zwischen 1 rad (57,3°) und $\frac{\pi}{2}$ (90°) reversieren.“ [15] S.13

Aus den vorgenannten Gründen muss bei der konstruktiven Auslegung der verschiebbaren Abstreifbacke auf die Verstellbarkeit einer der beiden Walzen geachtet werden.

6.5. Vorschubgeschwindigkeit der Fellschiebeeinrichtung

Unterschiedliche Gummimischungen erfordern unterschiedliche Vorschubgeschwindigkeiten. Hierbei haben die verschiedenen Ausgangsstoffe und daraus resultierende Eigenschaften, abweichende Verarbeitungstemperaturen, aber auch die Größe des Walzenspaltes, Einfluss.

Eine Regelung der Geschwindigkeit oder aber eine druckabhängige Steuerung des Vorschubes ist daher vorzusehen.

6.6. Abstand zwischen Walze und Abstreifbacken

Dieser Abstand ist so klein wie möglich zu wählen, um ein Unterkriechen der Abstreifbacken durch die Gummimischung zu vermeiden.

Ein zu hoher Anpressdruck an die Walze wirkt sich negativ auf den Antrieb, sowohl der Walzen, als auch der Schiebevorrichtung, aus und kann zur Beschädigung der Walzenoberfläche führen.

In der Praxis hat sich für feststehende Abstreifbacken ein Abstand zur Walze von $\leq 0,5\text{mm}$ bewährt.

6.7. Verunreinigung des Mischgutes

Wird zusätzliches Material in eine Gummimischung eingebracht, verändert sich oft schon bei geringen Mengen ihre Eigenschaft. Diese Veränderungen können, in Abhängigkeit vom Endprodukt, von leichten Verfärbungen bis hin zur kompletten Unbrauchbarkeit einer Charge reichen.

Besonders Öle und Fette stellen in diesem Zusammenhang eine Gefährdung für ein qualitativ hochwertiges Endprodukt dar.

Aus diesem Grund wurde von Teilen der Kautschuk verarbeitenden Industrie die Verwendung von hydraulischen Antrieben oder Zylindern abgelehnt.

In Folge der technischen Entwicklung werden moderne Hydraulikkomponenten als öldicht angesehen und kommen an modernen Walzwerken immer häufiger zum Einsatz.

6.8. Reinigung der Abstreifbacken

Da die zu walzenden Gummimischungen einer exakten Zusammensetzung bedürfen, um die geforderten Eigenschaften im Endprodukt zu gewährleisten, müssen die Gleitflächen der Abstreifbacken in regelmäßigen Wartungsintervallen und beim Wechsel der Mischung gereinigt werden.

In modernen Walzwerken wird dies vereinfacht, indem die Backen so ausgeführt werden, dass sie sich nach oben schwenken lassen.

6.9. Wartung

In der kautschukverarbeitenden Industrie in Deutschland ist das Drei-Schicht-System oder häufiger sogar die durchgehende Produktion vorherrschend.

Unter ökonomischen Gesichtspunkten wird auch in diesem Industriezweig darauf geachtet den Produktionsfluss zu erhalten und die Zahl des benötigten Wartungspersonals möglichst gering zu halten.

Deshalb wird eine möglichst wartungsarme Technik bevorzugt und sollte daher gerade bei der Konstruktion von Zusatzeinrichtungen eine Rolle spielen.

6.10. Platzbedarf

Auch in der Kautschuk verarbeitenden Industrie ist die Produktionsfläche ein Kostenfaktor. Große Maschinen und lange Fertigungslinien sind hier Standard. Einschränkungen durch die Verkettung mehrerer Anlagen und dadurch vorbestimmte Aufstellorte, so muss zum Beispiel das Walzwerk zwangsläufig unterhalb des Mischers stehen, fordern eine möglichst kompakte Bauform ein.

6.11. Normen und Gesetze

Bei der Konstruktion von Maschinen und Zusatzeinrichtungen sind umfangreiche Normen, Gesetze und Richtlinien einzuhalten. Grundlagen sind dabei:

- DIN EN 1417 Kunststoff- und Gummimaschinen – Walzwerke – Sicherheitsanforderungen
- Neue Maschinenrichtlinie DIN EN ISO 1349-1

Während sich zusätzliche Normen mit Nebenbedingungen, wie dem Berühren heißer Flächen, befassen (siehe Anlage1).

6.12. Konstruktive Vorgaben

Für die Entwicklung von Varianten unter maßstäblichen Voraussetzungen wurde die bestehende Konstruktion eines 84 Zoll Walzwerkes übernommen.

Aus diesen Werten wurde im CAD-Programm ProEngineer ein vereinfachtes Modell erstellt (siehe Abb.6 und Anlage 2).

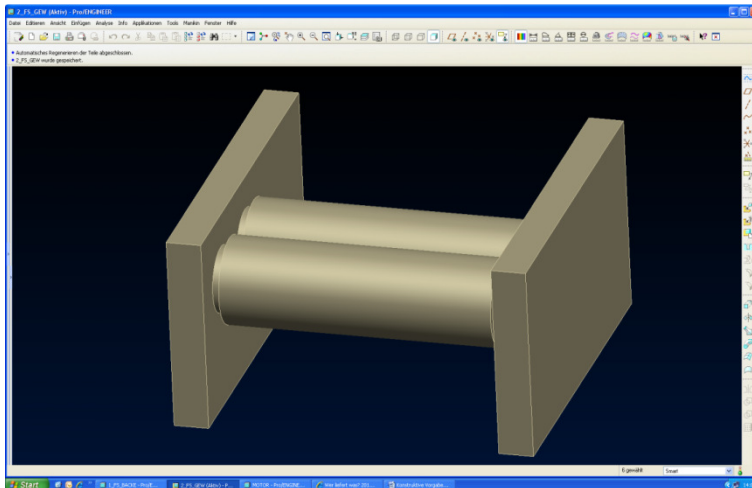


Abb.6: Screenshot ProE: vereinfachtes Walzenmodell

Dieses Modell dient als Grundlage für die Visualisierung verschiedener Konzepte und die spätere konstruktive Ausarbeitung. Dabei wurde auf Details, welche nicht in direktem Zusammenhang mit der zu entwickelnden Fellschiebeeinrichtung stehen, verzichtet, um eine bessere Übersichtlichkeit zu erlangen.

6.13. Anforderungsliste

„Die Anforderungsliste ist eine systematisch erarbeitete Zusammenstellung aller Daten und Informationen durch den Konstrukteur für die Konstruktion von Produkten. Sie dient der Klärung und genauen Festlegung der Aufgabe und wird in enger Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber erstellt und aktualisiert.“ [10] S.73

Tabelle 3: allgemeine Zusammenstellung der Vorgaben

Technologische Vorgaben	Schubkraft max. 20kN
	Mischungszuführung von oben
	Verstellbare Walze, hinten, Walzenspalt 0,5 – 50mm
	Reinigung der Backen
	Gleitmaterial zwischen Walze und Abstreifbacke
	Keine Verunreinigung des Mischgutes
	Parallellauf Walzen und Fellschiebevorrichtung
	Regelung der Vorschubgeschwindigkeit
	(lastabhängige Steuerung des Vorschub)
	Spalt zwischen Walze und Abstreifbacke 0 – 0,5mm
Allgemeine Vorgaben	Geringer Platzbedarf
	Sicherheitsanforderungen DIN EN 1417
	Maschinenrichtlinie DIN EN ISO 1349-1
	Wartungsarmut
	Normen und Gesetze
Konstruktive Vorgaben	Maße des Walzwerkes

Da zu diesem Zeitpunkt der Produktplanung noch nicht alle Einzelheiten bekannt sind und somit berücksichtigt werden können, müssen hier noch Angaben offen bleiben. Es fehlen zum Beispiel Montage, Materialkenngrößen und Instandhaltung, aber auch ein Antriebskonzept ist noch nicht erarbeitet.

Dennoch wurden diese Punkte aufgenommen, um sicherzustellen, dass nichts vergessen wird, und dann eine hohe Übereinstimmung zwischen den umfangreichen Anforderungen und dem Endprodukt zu gewährleisten.

Für das Projekt Fellschiebeeinrichtung 84 Zoll Walzwerk wurde die Anforderungsliste nach [10] S.85 in Tabelle 5 erstellt.

Klären der Aufgabenstellung:

Tabelle 4: Anforderungsliste Teil 1

Projekt: Fellschiebeeinrichtung für 84 Zoll Walzwerk			F = Forderung W = Wunsch
Anforderungen			
F W	Nr	Bezeichnung	Werte, Daten, Änderungen, Erläuterungen,
	1	Funktion	
F	1.1	Hauptfunktion: Schieben von Gummimischung	
F	1.2	Nebenfunktion: Schwenken der Abstreifbacken	Wartung
	2	Geometrie	
F	2.1	Länge (Rahmen außen)	2840 mm
F	2.2	Breite (Breite Walzwerkständer)	≤ 200 mm
F	2.3	Höhe (von Ständeroberkante)	≤ 1000 mm
F	2.4	Raumbedarf: Seitlicher Überstand (Antriebseinheit)	≤ 1000 mm
F	2.5	Anzahl pro Walzwerk	1
F	2.6	Anordnung: oberhalb der Walzen, Abstand	≤ 300 mm
W	2.7	Anschluss: Oberseite Walzenständer	bearbeitete Fläche
F	2.8	Walzendurchmesser	660 mm
F	2.9	Durchwurf für Mischung	≥ 700 mm
F	2.10	Walzenspalt einstellbar	0,5 – 50 mm
F	2.11	Hub/ Verfahrweg	2000 mm
F	2.12	Überdeckung Walze durch Abstreifbacke	1/3 Umfang
	3	Kinematik	
F	3.1	Bewegungsart	gleichförmig
F	3.2	Bewegungsrichtung	linear
F	3.3	Geschwindigkeit	50 mm/s
W	3.4	Beschleunigung	keine Vorgabe
	4	Kräfte	
F	4.1	Größe	20 kN
F	4.2	Richtung	horizontal
F	4.3	Häufigkeit (Eingriff/ Ruhe)	ca. 5/10 min
F	4.4	Gewicht	≤ 1000 kg
F	4.5	Kraftwirkung	Schub/Zug
	5	Energie	
F	5.1	Leistung	
W	5.2	Verluste	Reibung
F	5.3	Temperatur	Umgebung bis 80 °C
W	5.4	Anschlussenergie	Hydraulik/Druckluft/Elektro
	6	Stoff	
F	6.1	Material (bearbeitet)	Gummimischung
F	6.2	physikalische Eigenschaften	zäh, mischungsabhängig
F	6.3	chemische Eigenschaften	mischungsabhängig
F	6.4	biologische Eigenschaften	keine schädlichen
F	6.5	Hilfsstoffe	antriebsabhängig Öl, Fett
W	6.6	Werkstoffart Hauptkonstruktion	Stahl
W	6.6	Werkstoffart Gleitflächen	Kunststoff
	7	Signal	
F	7.1	Signalart	Eingang, Ausgang
W	7.2	Anzeigeart	digital
W	7.3	Betriebsgeräte	Antrieb Vorschub, Schwenken
F	7.4	Überwachungsgeräte	Endlagenschalter
F	7.5	Sicherheitsgeräte	Not Halt (Anlage)
W	7.6	Signalform	Leuchte

Klären der Aufgabenstellung:

Tabelle 4: Anforderungsliste Teil 2

Anforderungen			
F W	Nr	Bezeichnung	Werte, Daten, Änderungen, Erläuterungen,
	8	Sicherheit	DIN EN ISO 1349-1
F	8.1	Sicherheitstechnik	DIN EN 1417, DIN 31000
W	8.2	Schutzsysteme	(Abdeckungen)
F	8.3	Betriebssicherheit	Laufzeit
F	8.4	Arbeitssicherheit	Neue Maschinenrichtlinie
F	8.5	Umweltsicherheit	Hydraulik- Ölwanne
	9	Ergonomie	
F	9.1	Bedienung	über Bedienpult
W	9.2	Übersichtlichkeit	Bedienpult Walzwerk einbinden
W	9.3	Design	bedienerfreundlich
	10	Fertigung	
W	10.1	Produktionsverfahren	
F	10.2	Arbeitsraum	
W	10.3	Fertigungsverfahren	
F	10.4	Fertigungsgenauigkeit	
F	10.5	Betriebsmittel	
	11	Qualität	
F	11.1	Mess - / und Prüfmöglichkeiten	
F	11.2	Vorschriften	DIN, ISO, EN
F	11.3	Abnahme / Inbetriebnahme	
	12	Montage	
F	12.1	Montierbarkeit	Abmessungen
W	12.2	Reihenfolge	Vormontage der Baugruppen
W	12.3	Einbau	Baugruppen vor Ort
F	12.4	Anschlüsse	
F	12.4	Hebezeuge, Werkzeug	
	13	Transport	
W	13.1	Einzeltransport	Hebezeug
	14	Gebrauch	
F	14.1	Absatzgebiet	Gummiverarbeitung
F	14.2	Einsatzort	Werkhalle
F	14.3	Verschmutzungsgrad	mittel (Staub, Mischungspartikel)
W	14.4	Verschleißteile	
	15	Instandhaltung	
W	15.1	wartungsarm	
W	15.2	öl- / fettfrei	
	16	Recycling	
F	16.1	wiederverwertbare Materialien	
	17	Kosten	
F	17.1	Herstellkosten	≤ 30000 €
W	17.2	Werkzeugkosten	
W	17.3	Betriebskosten	
	18	Termin	
F	18.1	Endtermin für Konstruktion	
F	18.2	Zwischentermine laut Terminplan	
F	18.3	Liefertermin	

7. Konzipieren

„ Das Konzipieren umfasst alle Tätigkeiten zur prinzipiellen Festlegung der Lösung. Durch Abstrahieren und Funktionsanalyse ist ein geeignetes Lösungsprinzip zu finden und ein Konzept zu erarbeiten.“ [10] S.97

7.1. Abstrahieren

Durch das Abstrahieren soll versucht werden, die komplexe Problemstellung der Fellschiebeeinrichtung in Teilaufgaben zu zerlegen, um dadurch unabhängige und allgemeingültige Lösungen für diese zu finden.

Folgende Teilsysteme wurden separiert:

1. Vorrichtung führen
2. Vorrichtung antreiben
3. Vorrichtung befestigen
4. Backen schwenken
5. Backen verstellen.

Die Punkte 4 und 5 werden als Zusatzfunktionen angesehen und zu einem späteren Zeitpunkt betrachtet. Dennoch müssen diese Anforderungen prinzipiell erfüllbar sein.

„Nach der Lösungsentscheidung für Teilprobleme werden diese Teillösungen zur Gesamtlösung verknüpft und bewertet. Auch Teilprobleme können in diesem Sinn zunächst als Gesamtproblem aufgefasst und weiter aufgegliedert werden.

Die Strukturierung von Systemen in Einzel- bzw. Teilsysteme ist nicht unproblematisch, da die Verträglichkeit der Einzellösungen bzw. Teillösungen untereinander gesichert sein muss.“ [8] S.17

7.1.1. Funktionsanalyse

Für eine lösungsneutrale Beschreibung einer Konstruktionsaufgabe wird häufig die „Black-Box-Methode“ verwendet. Dabei wird die Gesamtfunktion ins Zentrum gestellt und die drei Grundgrößen Energie, Stoff und Information als Eingangs- und Ausgangsgrößen dargestellt, ohne eine Lösung der Aufgabe zu kennen.

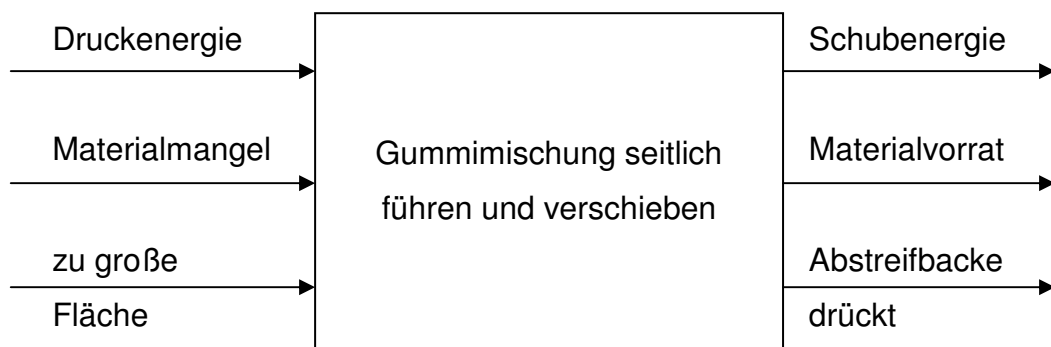


Abb.7: Gesamtfunktion Fellschiebeeinrichtung nach Haberhauer [9] S.204

7.1.2. Funktionsstruktur für Antriebsvariante

Als nächster Schritt muss die eigentliche Funktion der Aufgabe strukturiert werden, um Lösungsvarianten zu erarbeiten.

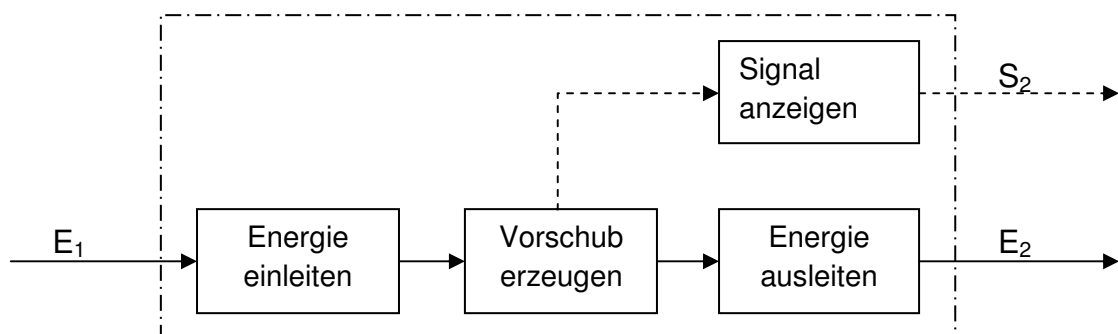


Abb.8: Funktionsstruktur Fellschiebeeinrichtung nach Haberhauer [9] S. 204

7.2. Führung und Befestigung

7.2.1. Führung der Vorrichtung

Erste Überlegungen für die Auslegung der Fellschiebeeinrichtung beziehen sich auf die Führung der verschiebbaren Komponenten und die Befestigung am Walzwerk.

Ausgehend von der Anforderungsliste soll eine konzeptionelle Führungsmöglichkeit der Fellschiebeeinrichtung erarbeitet werden, um auf dieser Grundlage ein Antriebskonzept auszuwählen.

Da das Mischgut von oben zugeführt wird, ist eine zentrale Führung über dem Walzenspalt nicht möglich.

Eine einseitige Führung wäre, aufgrund der hohen zu realisierenden Kräfte und dem Abstand zum Walzenspalt, hohen Biegemomenten ausgesetzt.

Daher soll die Führung der Fellschiebeeinrichtung beidseitig vom Walzenspalt versetzt sein.

7.2.2. Befestigung der Vorrichtung

Bei der Konstruktion der Halterung der Führung muss die Möglichkeit des Ausrichtens zum Walzenspalt, und das Justieren der Führungssäulen zueinander berücksichtigt werden.

Die Dimensionierung der Säulen kann erst durchgeführt werden, wenn die zu tragenden Teile festgelegt und konstruiert sind und deren Masse bestimmt ist.

7.2.3. Kombinierte Führung – Antrieb – Lösung

Der Ansatz einer Kombination aus einer Führungssäule und einer zweiten Führungs- und Antriebseinheit (Abb.9) wurde aufgrund der auftretenden hohen exzentrischen Kräfte nicht weiterverfolgt.

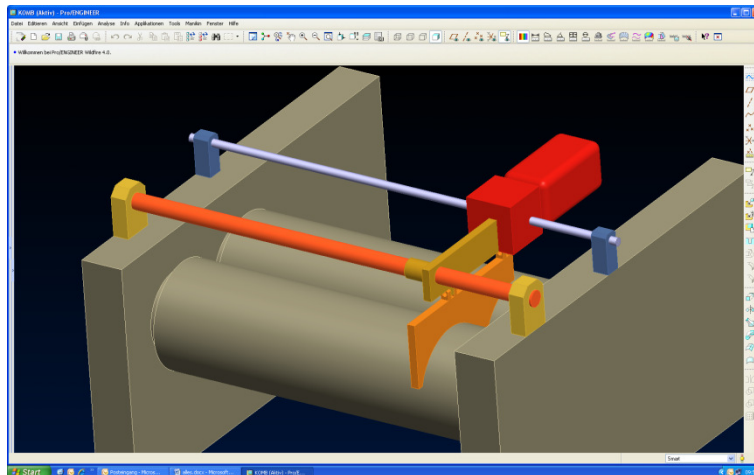


Abb.9: Screenshot ProE: kombiniert Säulenführung und Gewindespindel

7.2.4. Führung mit separatem Antrieb

Eine Lösung aus zwei parallelen Führungssäulen erfüllt die Anforderungen der Mischungszuführung und ermöglicht eine symmetrische Krafteinleitung.

Mit dieser Säulenführung (Abb.10) soll eine Variante entwickelt werden, bei der die Führung getrennt von den Antrieben eingesetzt werden kann.

Für die Minimierung der Reibung zwischen Führung und Einrichtung müssen Gleit-, Kugel- oder Rollenlager eingesetzt werden.

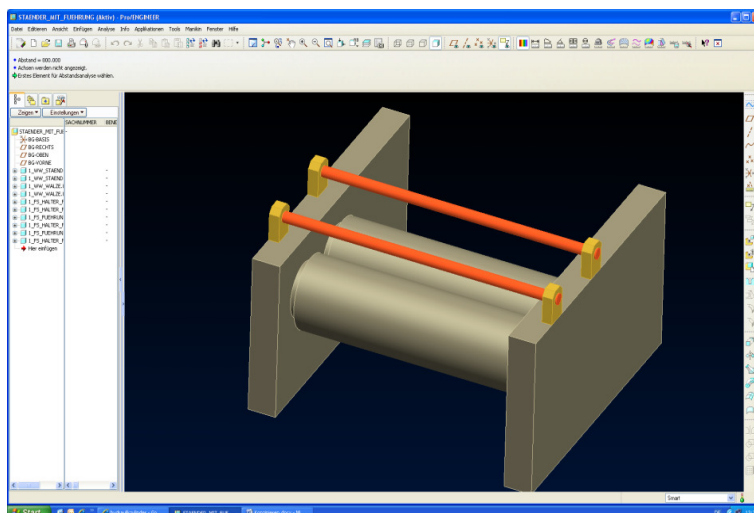


Abb.10: Screenshot ProE: Säulenführung für Fellschiebeeinrichtung

7.3. Antriebsvarianten

„Prinziplösungen als Konzept für Neukonstruktionen enthalten heute immer häufiger Komponenten, die die Konstrukteure nicht mehr selbst entwickeln, sondern von Zulieferern aus Katalogen entnehmen. Da in der Praxis die Konstruktionsphasen nicht streng getrennt nacheinander behandelt werden, führt die Lösungssuche für bestimmte Funktionen oft direkt auf ein Zulieferprodukt, das nicht mehr entworfen, gestaltet, gefertigt und erprobt werden muss.“ [10] S.135

Grundlage für die Vorauswahl der Antriebe war die zu realisierende lineare Bewegung der Zusatzeinrichtung. Hier sollen verschiedene Möglichkeiten linearer Antriebe zusammengetragen werden, um sie in einem späteren Variantenvergleich zu beurteilen.

Bei der Auswahl wurden zuerst Möglichkeiten der Umsetzung eines Linearantriebes ermittelt. Im Anschluss muss mit Hilfe von Ausschlusskriterien, welche sich durch die Anwendung der Anforderungsliste ergeben, eine Vorauswahl getroffen werden.

7.3.1. Linearmotor

Ein Linearmotor ist eine elektrische Antriebsmaschine. Im Gegensatz zu den verbreiteten rotierenden Elektromotoren versetzt ein Linearmotor die mit ihm verbundenen Objekte in Translationsbewegung.

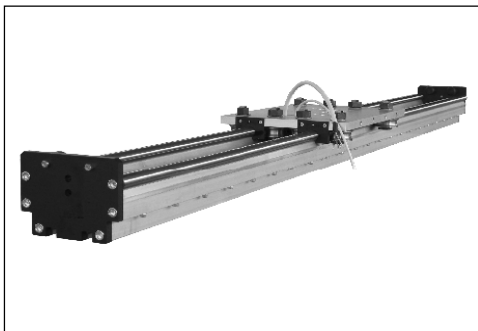


Abb.11:Linearmotor mit Schienenführung [II]

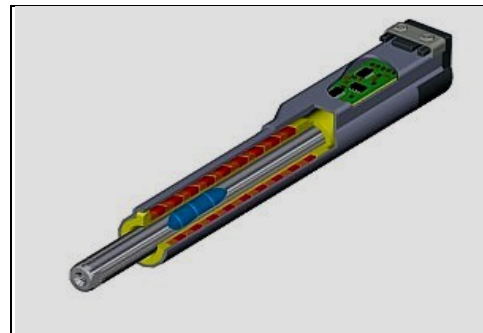


Abb.12: Linearmotor runde Ausführung [III]

Linearmotoren werden als direkte lineare Antriebe in verschiedensten Ausführungen, zum Beispiel im Werkzeugmaschinenbau zur Positionierung, eingesetzt.

7.3.2. Linearantrieb

Unter der Bezeichnung Linearantriebe werden verschiedene Antriebslösungen am Markt angeboten. Gemeinsamkeit ist ein Schienenführungssystem, in verschiedenen Ausführungen, ein beweglicher Schlitten (innen oder außenliegend geführt) und ein integriertes Antriebssystem.

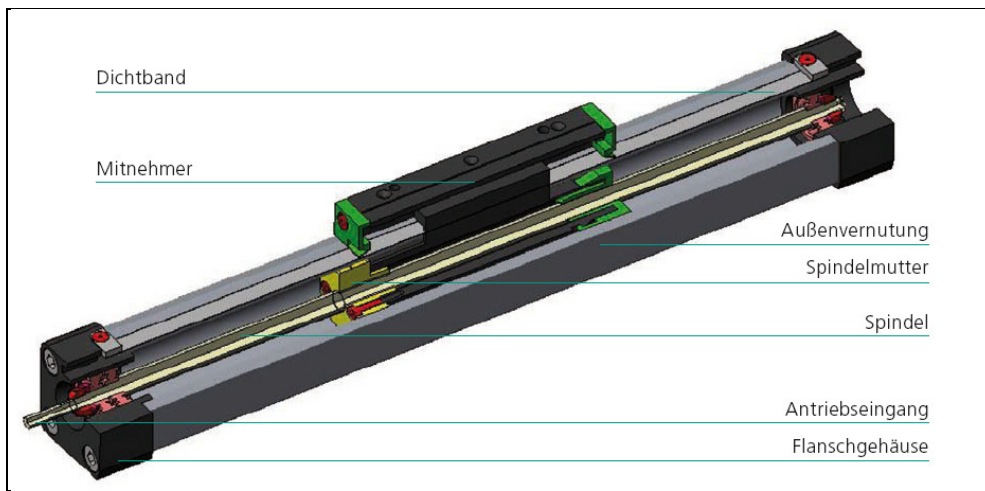


Abb.13: Schnittdarstellung Linearantrieb mit Spindel [IV]

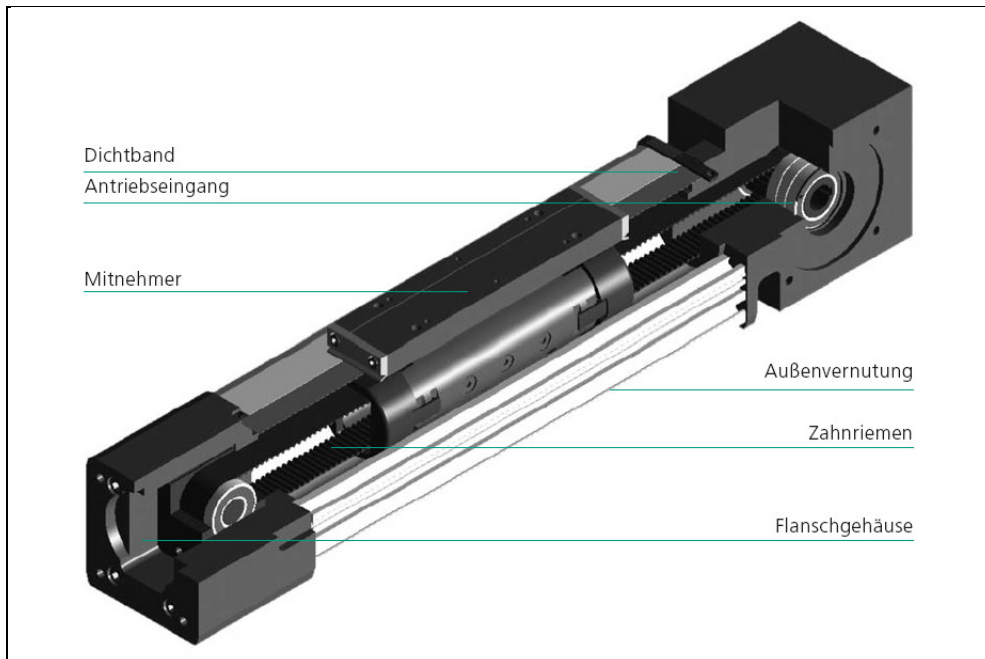


Abb.14: Schnittdarstellung Linearantrieb mit Zahnriemen [V]

7.3.3. Elektrozyylinder

Elektrozyylinder sind Verstellaggregate aus der Gruppe der Mechatronik, die ein Schubrohr linear aus- und einfahren können.

Elektrisch betriebene Zylinder gibt es in unterschiedlichen Größen für verschiedene Kräfte und Einsatzgebiete.

„ Als Antrieb dient ein Elektromotor, der meistens an ein Getriebe gekoppelt ist. Der Abtrieb des Getriebes ist über eine Kupplung mit einer Gewindespindel verbunden. Mit der Gewindespindel wird eine Leitmutter angetrieben, die ihrerseits mit dem Schubrohr fest verbunden ist. Über den Rechts-/Linkslauf des Motors wird das Schubrohr ein und ausgefahren. Abgestützt und geführt wird das Schubrohr vom Standrohr, welches fest mit dem Getriebegehäuse verbunden ist. Begrenzt wird die Schubrohbewegung (der Hub) durch integrierte Endschalter in der jeweiligen Endlage. Je nach Ausführung können Elektrozyylinder für Zug- und/oder Druckkräfte geeignet sein.“ (www.wikipedia.de,2011)

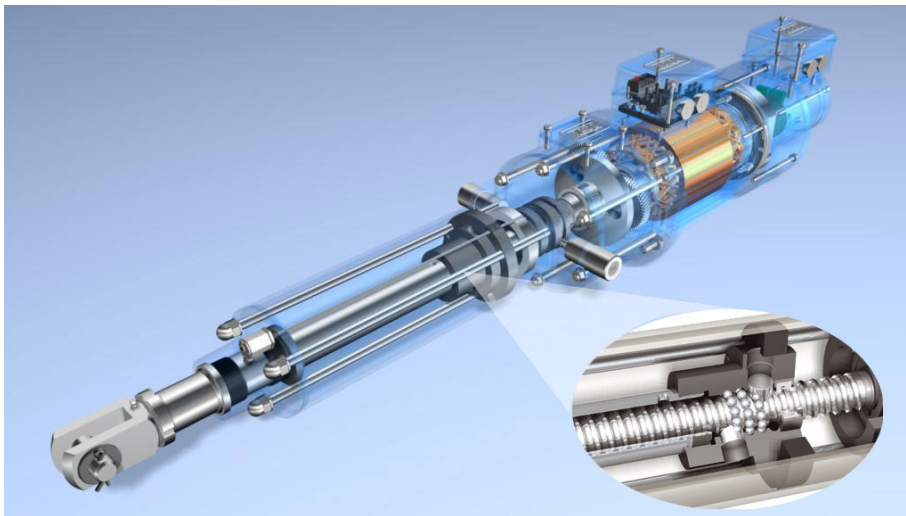


Abb.15: Elektrozyylinder [VI]

7.3.4. Hydraulikzylinder

Hydraulikzylinder setzen die Energie aus der Hydraulikflüssigkeit, die von einem hydraulischen Druckspeicher oder einer Hydraulikpumpe geliefert wird, in eine einfach zu steuernde, geradlinig wirkende Kraft um. Die Kolben- und Stangendurchmesser werden nach DIN- und EN-Normen gefertigt.

Es existieren aber auch viele Hersteller am Markt, die Sondergrößen und -formen auf Kundenwunsch bereitstellen.



Abb.16: Auswahl Hydraulikzylinder [VII]

Bei Zylindern werden mehrere Arten je nach Aufbau unterschieden. Hauptgruppen sind die einfach- und doppelwirkenden Zylinder.

Bei doppelwirkenden Zylindern werden die zwei aktiven Bewegungsrichtungen durch die wechselweise Beaufschlagung der gegenüberliegenden Kolbenflächen realisiert.

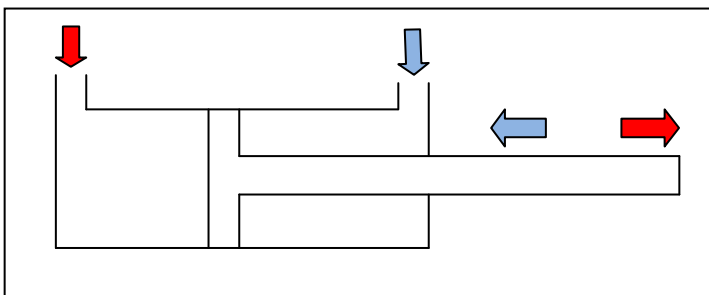


Abb.17: Prinzip doppelwirkender Zylinder

7.3.5. Pneumatikzylinder

Pneumatikzylinder sind Arbeitszylinder, die mittels Druckluft bis maximal 12 bar betrieben werden. Der Arbeitsdruck in Werkhallen beträgt zwischen 5 und 6 bar. Anwendung finden sie zum Beispiel in Spritzgießwerkzeugen sowie in der Förder-, Antriebs- und Handhabungstechnik.

Pneumatische Zylinder werden in ähnlichen Typen wie Hydraulikzylinder angeboten.

7.3.6. Teleskopzylinder

Teleskopzylinder bestehen aus mehreren ineinander verschiebbaren Zylindern. Der Vorteil eines Teleskopzylinders besteht in der relativ kleinen Einbaulänge, mit welcher dennoch große Hübe erzeugt werden können.



Abb.18: Teleskopzylinder [VIII]

Am Markt sind hydraulische und pneumatische Teleskopzylinder erhältlich.

Zu beachten ist für den vorliegenden Anwendungsfall, dass nur doppeltwirkende Zylinder eingesetzt werden können, weil die Fellschiebeeinrichtung in zwei Richtungen bewegt werden muss.

7.3.7. Gewindespindeln

Gewindespindeln können sowohl in horizontaler Richtung bewegt werden, oder als rotierende Führung zum Antrieb einer beweglichen Mutter genutzt werden.

Spindel-Lineareinheiten zeichnen sich durch hohe Belastbarkeit aus. Für einfache Verstellaufgaben werden im Maschinenbau häufig Trapezgewindespindeln eingesetzt. Ihre Lebensdauer ist stark von der Schmierung abhängig.



Abb.19: Gewindespindeln [IX]

Ein Kugelgewindetrieb ist die Gesamtheit eines Wälzschraubtriebes mit Kugeln als Wälzkörper. Er dient zur Umsetzung einer Drehbewegung in eine Längsbewegung oder umgekehrt (DIN 69051-1,1989). Kugelgewindetriebe werden bei höheren Anforderungen eingesetzt. Radiale und exzentrisch angreifende Kräfte müssen beim Kugelgewinde vermieden werden, da sie die Lebensdauer und die Funktion des Kugelgewindetriebes negativ beeinflussen.

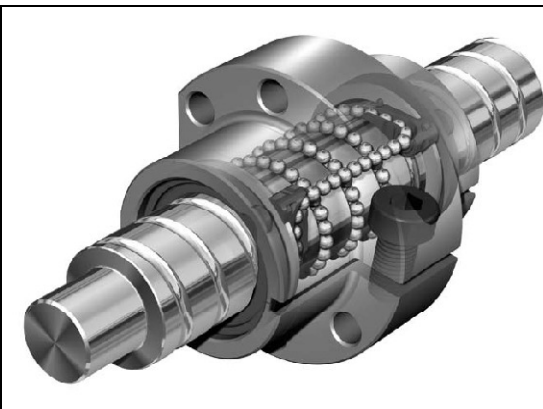


Abb.20: Aufbau Kugelgewindemutter [X]

Selbstschmierende Muttern und Abstreifer gegen eindringende Fremdkörper sind bei Kugelgewindetrieben heute Standard.

7.3.8. Teleskopspindel

Einige Hersteller von Kugelgewindespindeln bieten diese auch in Teleskopbauweise an. Die Auslegung dieser Spindeln wird für den jeweiligen Anwendungsfall von den Herstellern angeboten.



Abb.21: Teleskopgewindespindel [XI]

7.3.9. Kettengetriebe

Kettengetriebe sind Zugmittelgetriebe, die Drehkräfte über eine Kette übertragen. Sie arbeiten in der Regel über Kettenräder und zählen zu den formschlüssigen Getrieben. Kettenantriebe müssen geschmiert werden und sind dadurch sehr anfällig für Verschmutzung, zum Beispiel durch Staub.



Abb.22: Ketten [XII]

7.3.10. Zahnriemen

Zahnriemen werden in der Motortechnik auch als Synchronriemen oder Steuerriemen bezeichnet. Sie sind Treibriemen mit Zahnung, die formschlüssig in gezahnte Riemenscheiben eingreifen. Sie können ebenso wie Ketten zwischen den Zahnscheiben geradlinige Bewegungen und Kräfte umsetzen.



Abb.23: Zahnriemen und Zahnscheiben [XIII]

7.3.11. Zahnstange

Zahnstangen können in der Praxis nur in Verbindung mit Führungsschienen eingesetzt werden. Sie dienen als Maschinenelement zur Umsetzung einer Drehbewegung in eine geradlinige Bewegung.



Abb.24: Zahnstange und Ritzel [XIV]

7.3.12. Einsatz von Motoren

Der Antrieb mittels Gewindespindeln, Ketten, Zahnstange oder Zahnriemen macht den Einsatz von Antriebsaggregaten wie Elektro- oder Hydraulikmotoren notwendig. Die Auswahl eines Motors ist vom Walzwerk und Kundenwunsch abhängig.

Ist eine Nachrüstung an einem bestehenden Walzwerk vorgesehen, kann bei vorhandener hydraulischer Walzenverstellung ein Hydraulikmotor in die Anlage eingebunden werden.

Bei Walzwerken ohne Hydraulik ist der Einsatz von Elektromotoren aus ökonomischer Sicht zu prüfen.

7.4. Berechnungen für Dimensionierungen

7.4.1. Überblick

Der nächste Abschnitt beinhaltet das Gliedern in realisierbare Varianten und das Gestalten der maßgebenden Module, um in einer Grobgestaltung erste realisierbare Vorentwürfe zu erhalten.

„Der Konkretisierungsgrad der geometrischen, stofflichen und/ oder programmtechnischen Festlegungen ist nur so weit voranzutreiben, dass ein Erkennen und Auswählen des Gestaltoptimums möglich ist.“[8] S.19

Eine überschlägige Dimensionierung der grundlegenden Elemente führt in diesem Stadium der Entwicklung oft schon zu ersten Optimierungen. Die Größe von Bauteilen oder Komponenten ist ein entscheidendes Kriterium bei der Vorauswahl und beim Variantenvergleich.

7.4.2. Gewindetriebsdimensionierung¹

Kerndurchmesser langer druckbeanspruchter Schrauben [13] S.86

Vorgaben: $F = 20000N$, $S = 7$, $l = 2000mm$, $E = 210000 \frac{N}{mm^2}$

$l_K = 0,7 \times l$ (3.Fall nach Euler)

$$d_3 = \sqrt[4]{\frac{64 \times F \times S \times l_K^2}{\pi^3 \times E}} = \sqrt[4]{\frac{64 \times 20000N \times 7 \times (0,7 \times 2000mm)^2}{\pi^3 \times 210000 \frac{N}{mm^2}}}$$

$$d_3 = 40,53 \text{ mm}$$

¹ Grobdimensionierung für Entwurf, Nachprüfung erforderlich

7.4.3. Zylinderdimensionierung

7.4.3.1. Bestimmung der Kolbenstange

Zur überschlägigen Ermittlung einer geeigneten Kolbenstange bieten viele Hersteller Diagramme an (siehe Anlage 3). Aus ihnen kann über die Knicksicherheit, den benötigten Hub und die Druckkraft der Durchmesser der Kolbenstange bestimmt werden.

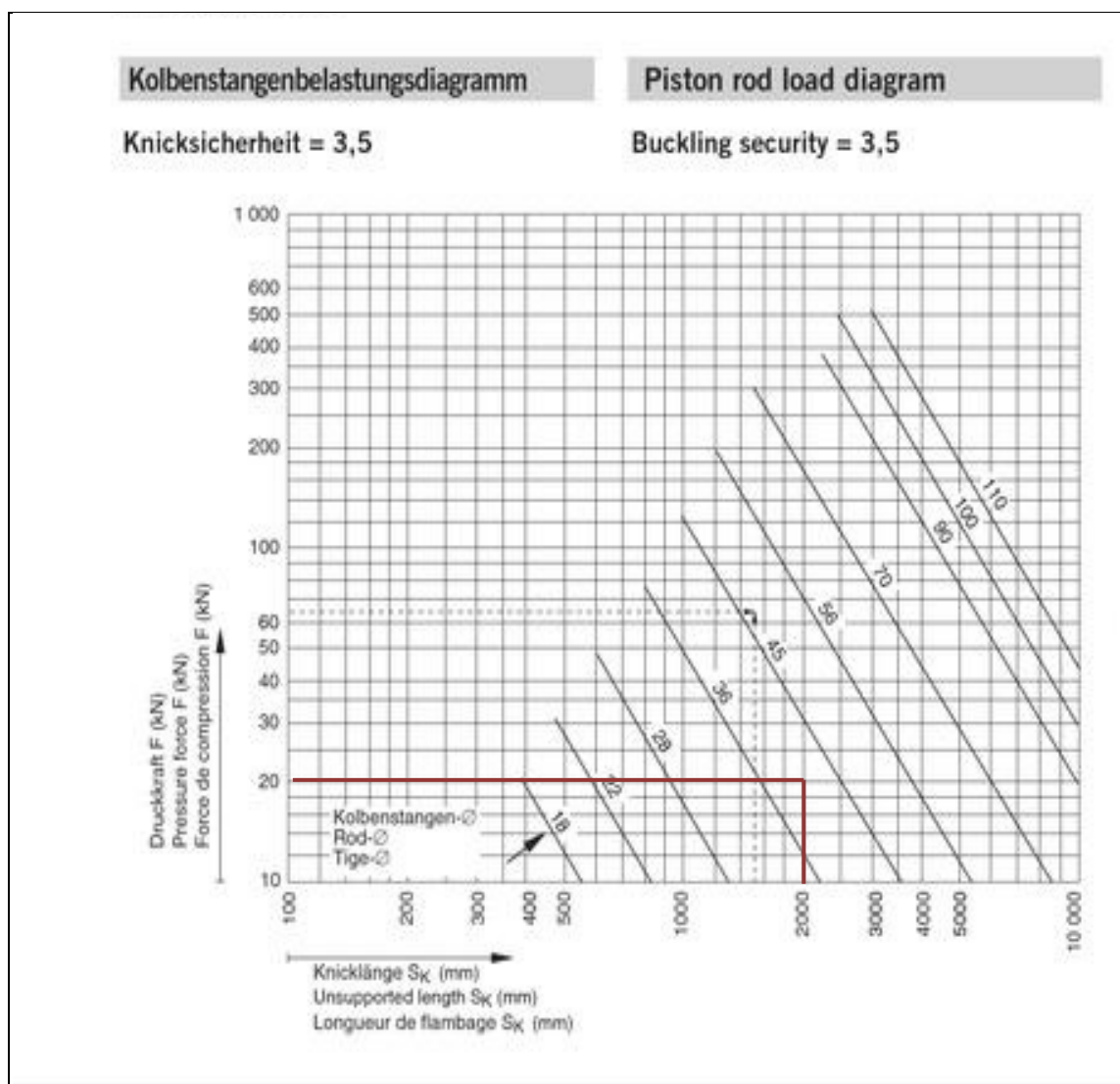


Abb.25: Kolbenstangenbelastungsdiagramm [XV]

Mit einer Druckkraft von 20kN und einer Knicklänge von 2000mm wurde ein Kolbenstangendurchmesser von 45mm bestimmt.

7.4.3.2. Berechnung Kolbendurchmesser für Pneumatikzylindergeg.: $F_A = 20 \text{ kN}$

$$p = 6 \text{ bar} = 0,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$F_A = p \times \frac{\pi}{4} \times d_K^2$$

$$d_K = \sqrt{\frac{F_A \times 4}{p \times \pi}}$$

$$d_K = \sqrt{\frac{20000 \text{ N} \times 4 \times \text{mm}^2}{0,6 \text{ N} \times \pi}}$$

$$\underline{\underline{d_K = 206 \text{ mm}}} \quad \text{Kolbendurchmesser: 210mm}$$

7.4.3.3. Berechnung Kolbendurchmesser Hydraulikzylindergeg.: $F_A = 20 \text{ kN}$

$$p = 250 \text{ bar} = 25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$F_A = p \times \frac{\pi}{4} \times d_K^2$$

$$d_K = \sqrt{\frac{F_A \times 4}{p \times \pi}}$$

$$d_K = \sqrt{\frac{20000 \text{ N} \times 4 \times \text{mm}^2}{25 \text{ N} \times \pi}}$$

$$\underline{\underline{d_K = 31,9 \text{ mm}}} \quad \text{Kolbendurchmesser: 32mm}$$

Lieferbare Normzylinder wären zum Beispiel: Hydraulikzylinder: 63/45/250bar und Pneumatikzylinder: 250/42/6bar².

² Kolbendurchmesser/Kolbenstangendurchmesser/Betriebsdruck

7.5. Vorauswahl

7.5.1. Zweck einer Vorauswahl

„Die Variantenbildung sollte jedoch nicht entarten, indem Varianten entwickelt werden, die wichtigen Gestaltungsgrundregeln widersprechen.“ [14] S.17

In der Praxis muss eine Vorauswahl getroffen werden. Dabei sind Varianten, welche die Forderungen der Anforderungsliste nicht erfüllen, zu eliminieren oder wenn möglich anzupassen.

„Das große Lösungsfeld, das bei der Prinzipiendarstellung geschaffen wurde, muss möglichst früh auf eine sinnvolle Lösungsanzahl begrenzt werden.“ [10] S.124

Ziel ist es, laut Conrad, nicht mehr als 5 umsetzbare Varianten mit maximal 15 Bewertungskriterien zu vergleichen.

7.5.2. Varianteneinschränkung

Zum Zeitpunkt dieser Bachelorarbeit waren am Markt keine Linearmotoren mit mehr als 4,5 kN Schubkraft erhältlich. Da für die Funktion eine Kraft von 20 kN Voraussetzung ist, kann dieser Antrieb nicht verwendet werden.

Der Einsatz eines Kettentriebes muss, wegen der benötigten Schmierung und der damit verbundenen Gefahr einer Verschmutzung des Mischgutes durch Öl, ebenfalls ausgeschlossen werden.

Zahnriemen aus Polyurethan mit Stahlzugstrang haben, bei 50 mm Breite, eine zulässige Riemenzugkraft von 6,5 kN. Da diese Kraft nur durch Anfertigung spezieller Riemen erhöht werden kann, ist auch von dieser Variante abzusehen.

Als problematisch ist bei Linearantrieben mit Führungen besonders die Führung der Schlitten in Profilschienen anzusehen. Von einem Einsatz bei einem mittleren Verschmutzungsgrad ist aufgrund der geringen Toleranzen abzusehen.

Ein einzelner hydraulischer Zylinder würde die Maße des Einbauraumes mit einem Überstand von ca. 2300 mm überschreiten. (siehe Abb.26)

Dasselbe Problem tritt bei Verwendung von Elektro- und Pneumatikzylindern auf.

Bei pneumatischen Zylindern muss zusätzlich der Kolbenaußendurchmesser von 300 mm (vergleiche Abschnitt Berechnungen) und die aus den Abmessungen entstehende hohe Masse zum Ausschluss des Antriebes führen.

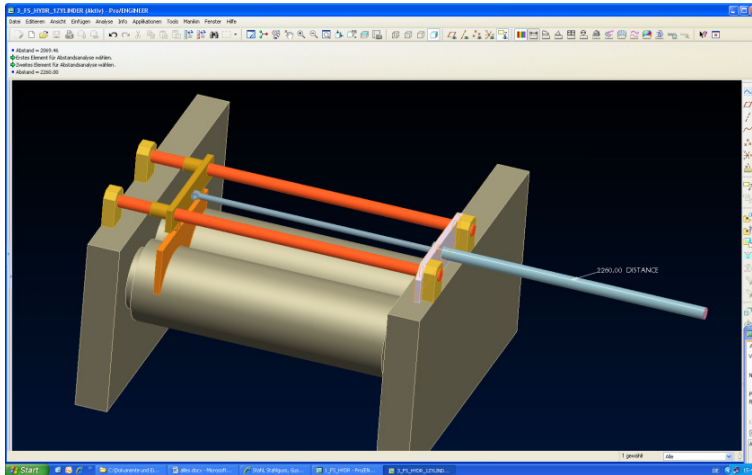


Abb.26: Screenshot ProE: ausgefahrener Zylinder

Verwendet man eine Gewindespindel oder Zahnstange als Schubelement, ergibt sich ein ähnlich großer seitlicher Überstand wie in Abb.25.

Somit können auch diese Antriebsarten nicht eingesetzt werden.

7.5.3. Variantenoptionen

Innerhalb eines Lösungsansatzes muss unbedingt geprüft werden, ob durch die Variierung des Ansatzes ein sinnvolles Erreichen der Zielstellung möglich ist. Dies ist vor allem dann wichtig, wenn die Nichterfüllung eines einzelnen Punktes der Aufgabenstellung zum Ausschluss führt.

Der erforderliche konstruktive und materielle Aufwand muss beachtet werden, denn „... es (ist) ab einer bestimmten Grenze nur noch möglich, Verbesserungen in der technischen Wertigkeit durch höhere Kosten zu erreichen.“ [15] S.19

7.5.3.1. Zylinderoptionen

Um eine Einhaltung des Einbauraumes zu erreichen, können im Falle des Antriebs mittels Hydraulikaggregat optional auch zwei Zylinder (siehe Abb.26 und 27) oder ein Teleskopzylinder eingesetzt werden.

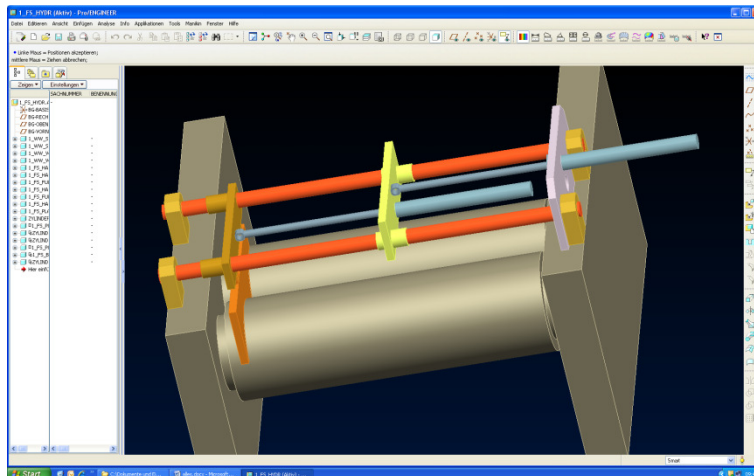


Abb.27: Screenshot ProE: FSE mit zwei Hydraulikzylindern, ausgefahren

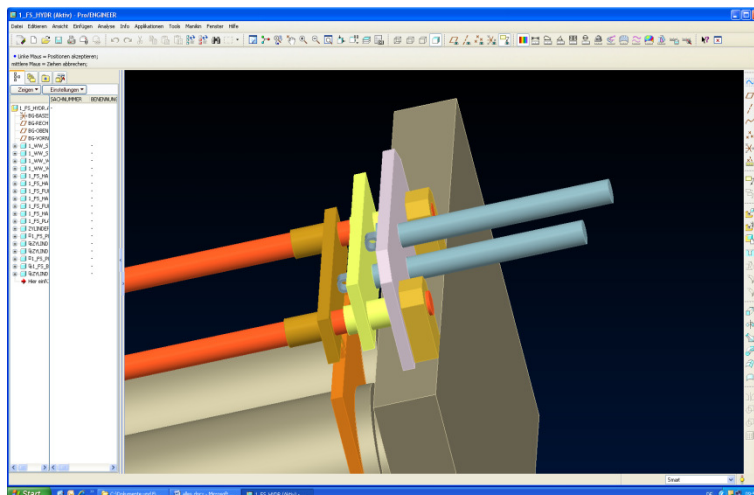


Abb.28: Screenshot ProE: FSE mit zwei Hydraulikzylindern, eingefahren

Diese Anordnung kann auch für die Varianten mit Elektro- und Pneumatikzylinder gewählt werden.

Dabei muss aber beachtet werden, dass ein zweiter Elektrozyylinder inklusive zweitem Antrieb oder ein zweiter Pneumatikzylinder hohe Gewichtskräfte auf die mittlere Platte wirken lassen.

7.5.3.2. Gewindespindeloptionen

Gewindespindeln werden nicht nur als angetriebenes Element eingesetzt, sondern auch als Antrieb für eine Spindelmutter. Das Problem liegt in der Forderung, dass das Mischgut von oben zugeführt wird, und somit eine zentral angeordnete Antriebsspindel nicht verbaut werden kann.

Indem man die Spindel außerhalb der Führung anbringt (siehe Abb.28), bleibt der geforderte Korridor für die herabfallende Gummimischung bestehen.

Eine weitere Variante ist wie bei den Zylindern der Einsatz einer Teleskopbauweise.

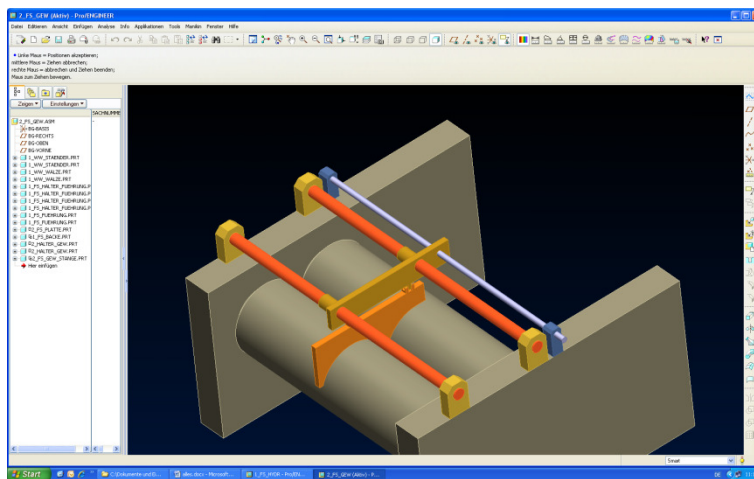


Abb.29: Screenshot ProE: FSE mit außenliegender Gewindespindel

7.5.3.3 Zahnstangenoption

Für die Verwendung einer Zahnstange könnte eine ähnliche Anordnung gewählt werden. Dafür müsste eine zusätzliche Führung für den Motor und ein Getriebe für die Zahnstange konstruiert werden. Hinzu kommt eine Führung für das Anschlusskabel des Motors, da dieser mit der Fellschiebevorrichtung über die gesamte Walzenbreite verfahren müsste. Daher wird diese Antriebsvariante nicht weiter verfolgt.

7.5.4. Zusammenfassung Vorauswahl

Aufgrund der getroffenen Vorauswahl erfüllen die vier ausgewählten Varianten:

- Zwei Hydraulikzylinder
- Teleskopzylinder
- äußere Spindel
- und Teleskopspindel

die grundlegenden Anforderungen nach der aufzubringenden Kraft und dem zur Verfügung stehenden Einbauraum.

7.6. Variantenvergleich

7.6.1. Grundlagen für Variantenvergleich

In der Richtlinie VDI 2225 wird eine Punktvergabe zwischen 0 und 4 vorgeschlagen. Die Bedeutung der Werte kann Tabelle 5 entnommen werden.

Tab.5: Wertskala für Variantenvergleich

VDI 2225	
Punkte	Bedeutung
0	unbefriedigend
1	gerade noch tragbar
2	ausreichend
3	gut
4	sehr gut (ideal)

Um eine Einordnung der Varianten zu ermöglichen, wird mit der Formel:

$$W_t = \frac{\sum \text{Punkte je Variante}}{\text{Anzahl der Bewertungskriterien} \times \text{maximale Punktzahl}}$$

die technische Wertigkeit (W_t) berechnet.

Für eine Bewertung teilt man folgende Bereiche ein:

$W_t > 0,8$	sehr gute Lösung
$W_t = 0,7$	gute Lösung
$W_t < 0,6$	unbefriedigende Lösung

7.6.2. Aufstellen von Bewertungskriterien

„Um Lösungsvarianten zu beurteilen, sind Bewertungskriterien erforderlich. Diese ergeben sich aus den Zielgrößen, die für technische Aufgaben vor allem aus den Forderungen der Anforderungsliste bestehen. Außerdem können noch allgemeine Bedingungen [...] hinzukommen, die für die Lösung zu beachten sind.“ [10] S.127

Die Bewertungskriterien sind alle, für eine spätere Zuordnung, positiv zu formulieren, also mit einer eindeutigen Bewertungsrichtung.

- Kraft einfach regelbar
- Geschwindigkeit einfach regelbar
- Handelt sich um ein Normteil
- einfache Überwachung
- Einbauraum optimal genutzt
- Keine Öle und Fette
- Gleichmäßige Krafteinleitung
- Geringer konstruktiver Aufwand
- Geringe Zahl an Teilen
- Geringe und einfache Wartung
- Geringe Anzahl Störgrößen
- Hohe Lebensdauer
- Geringer Montageaufwand

7.6.3. Durchführung Variantenvergleich

Aufgrund der getroffenen Vorauswahl werden hier die folgenden Antriebsvarianten verglichen:

Tabelle 6: Prinziplösungen für Variantenvergleich

Variante	Konzept
1	zwei Hydraulikzylinder mit Hydraulikaggregat
2	hydraulischer Teleskopzylinder mit Hydraulikaggregat
3	außenliegende Gewindespindel (Trapezspindel) mit Elektromotor
4	Teleskopgewindespindel (Kugelgewinde) mit Elektromotor

Tabelle 7: Bewertungsliste nach [10] S.131

Bewertungsliste									
Antrieb für Fellschiebeeinrichtung									
Ziel: Antriebskonzept für Fellschiebeeinrichtung 84“Walzwerk									
Werteskala nach VDI 2225: 0 - 4									
ohne Gewichtungsfaktor									
Konzeptvarianten					1	2	3	4	
Nr.	Bewertungskriterium								
1	Einbauraum optimal genutzt				1	3	2	3	
2	Kraft einfach regelbar				2	3	2	3	
3	Geschwindigkeit einfach regelbar				1	2	1	2	
4	Handelt sich um ein Normteil				4	3	4	3	
5	einfache Überwachung				2	3	2	2	
6	keine Öle und Fette				1	1	2	3	
7	gleichmäßige Krafteinleitung				2	3	0	3	
8	geringer konstruktiver Aufwand				2	3	2	3	
9	geringe Zahl an Teilen				1	3	2	3	
10	geringe und einfache Wartung				2	3	3	3	
11	geringe Anzahl Störgrößen				1	2	2	3	
12	hohe Lebensdauer				2	2	2	2	
13	geringer Montageaufwand				1	2	2	3	
	maximale Punktzahl $P_{\max} = 52$				Σ	22	33	26	36
	Technische Wertigkeit					0,42	0,63	0,5	0,69
	Rangfolge					4	2	3	1

Die technische Wertigkeit trifft nur eine Aussage zur technischen Umsetzbarkeit einer Lösung. Zusätzlich muss eine wirtschaftliche Wertigkeit ermittelt werden. Die Abschätzung der Kosten ist zum derzeitigen Stand der Entwicklung noch sehr schwierig, und soll zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.

8. Fazit

Aufgrund des Variantenvergleiches konnte der für die Anwendung optimale Antrieb in Form eines Teleskopkugelgewindetriebes gefunden werden. Da die durchgeführte Recherche nur eine Momentaufnahme darstellt, kann auch die Lösung nur als die im Moment optimale angesehen werden.

Mit dieser Antriebsvariante und der festgelegten Führung müssen im Anschluss die Detaillösungen für die Fellschiebevorrichtung konzeptionell festgelegt werden, um dann die Dimensionierung von Antrieb, Halterung und Führung durchführen zu können.

9. Weiterführung

9.1. Abstreifbacke

Der Aufbau der zu schiebenden Abstreifbacke wurde ebenfalls diskutiert. Nach Rücksprache mit Bedienern und Wartungspersonal konnte eine an kleineren Walzwerken vorhandene Konstruktion als effektivste Lösung herausgestellt werden. Da Verbesserungen nur mit beträchtlichem Aufwand realisiert werden könnten, wurde festgelegt, eine Anpassung der vorhandenen Abstreifbacke an das 84-Zoll-Walzwerk durchzuführen (Anlage 4).

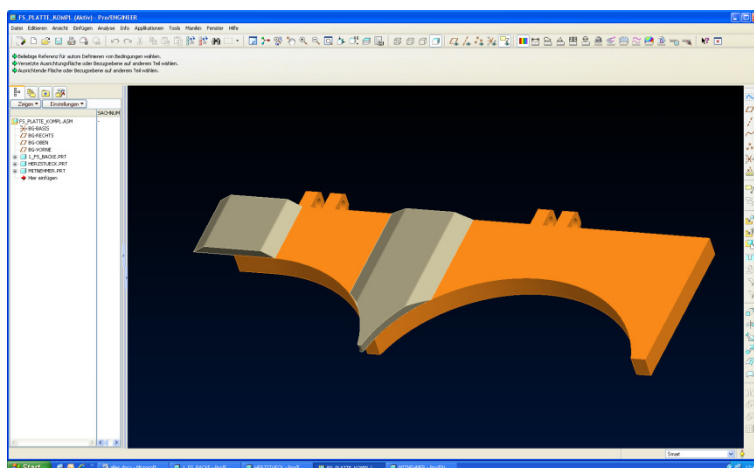


Abb.30: Screenshot ProE: Grobentwurf Abstreifbacke mit Herzstück und Mitnehmer

9.2. Schwenkvorrichtung

An bestehenden Fellschiebevorrichtungen wurde zum Schwenken der Abstreifbacken ein Hydraulikzylinder mitgeführt. Um das Gewicht zu optimieren und das Mitführen von Versorgungsleitungen zu vermeiden, soll hier die Schwenkvorrichtung an den Walzenständer verlegt werden. In den Abbildungen 30 und 31 ist das Prinzip der Schwenkvorrichtung dargestellt.

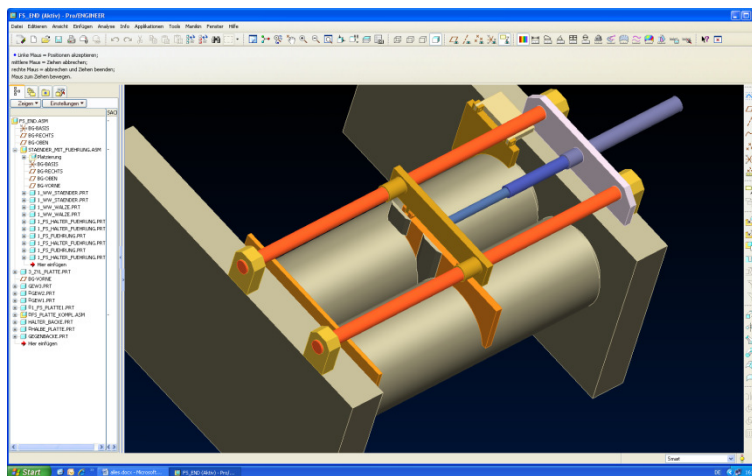


Abb.31: Screenshot ProE: FSE und geteilte Abstreifbacke

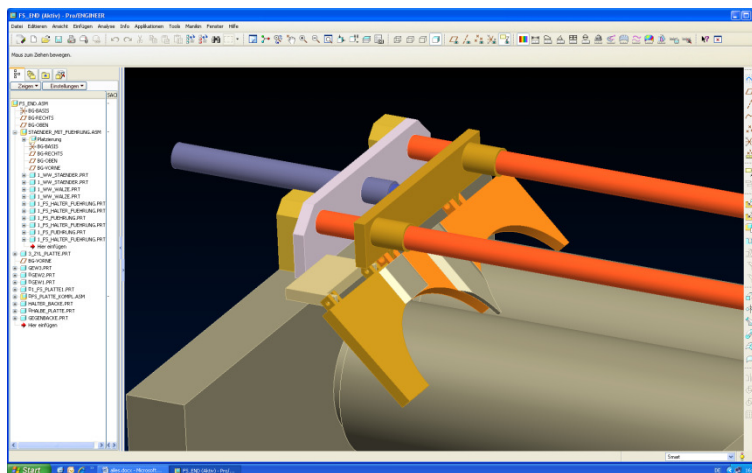


Abb.32: Screenshot ProE: FSE und geteilte Abstreifbacke in Reinigungsposition geschwenkt

Das Antriebskonzept für die Schwenkvorrichtung kann kundenspezifisch angepasst werden. So sind Hydraulik-, Pneumatik- aber auch Elektrozyylinder einsetzbar.

10. Zusammenfassung

Die in dieser Bachelorarbeit im Grobentwurf (Anlage 5) erstellte Fellschiebeeinrichtung stellt in der Kautschuk verarbeitenden Industrie keine Neuerung im eigentlichen Sinne dar. Vielmehr handelt es sich um eine Anpassungskonstruktion, welche jedoch wie eine Neukonstruktion betrachtet wurde, um eine Vorrichtung auf dem aktuellen Stand der Technik zu erstellen.

Zuerst wurden die entscheidenden Forderungen der potenziellen Kunden erfasst, um Anforderungen des Marktes möglichst breit abdecken zu können.

Auf Grundlage der erstellten Anforderungsliste konnte, mit Hilfe einer systematischen Herangehensweise, eine technisch optimale Konstruktionsvariante für eine Fellschiebeeinrichtung für 84 Zoll Walzwerke erstellt werden.

Gerade die angestrebte Platzoptimierung, hier hauptsächlich der seitliche Überstand, aber auch die Höhe der Vorrichtung, wird mit dem ausgewählten Kugelgewindetrieb in Teleskopausführung realisiert. Eine Gewichtsoptimierung ist aufgrund der gestiegenen Baugröße angestrebt. Aufgrund der gewählten Anordnung müssen keine zusätzlichen Antriebe oder Zwischenplatten mitgeführt werden.

Mit der Anwendung von selbstschmierenden Muttern und Abstreifringen werden die vorgegebenen Anforderungen nach Ölfreiheit und Schmutzresistenz erfüllt. Der Antrieb mit einem Elektromotor lässt eine einfache Nachrüstung an älteren Walzwerken zu.

Durch die Teleskopbauweise ist sichergestellt, dass in der Ausgangsstellung (Teleskop ist eingefahren, Abstreifbacke am Walzenrand) ein problemloses Zuführen der Gummimischungen von oberhalb des Walzwerkes möglich ist. Ein weiterer Vorteil ist der komplette Wegfall von mitzuführenden Versorgungsleitungen.

Weitere Konstruktionsvarianten ergeben sich aus den Rahmenbedingungen. So kann bei vorhandenem Hydraulikaggregat auf einen hydraulischen Antrieb, anstelle eines Elektromotors, oder einen hydraulischen Teleskopzylinder umkonstruiert werden.

11. Ausblick

Mit der verschiebbaren Abstreifbacke und der Schwenkvorrichtung ist der Grobentwurf für die Fellschiebeeinrichtung für ein 84 Zoll Walzwerk vorhanden.

Im Anschluss müssen die Feinentwürfe der einzelnen Bauteile erstellt und deren Dimensionierung ausgelegt werden. Zusätzlich sind Lösungen für die Befestigung, die Ausrichtung zum Walzenspalt bei der Montage und für den Schwenkantrieb zu finden.

Des Weiteren muss die Wirtschaftlichkeit geprüft werden, fertigungsgerechte Zeichnungen sowie die geforderten Gerätedokumente erstellt werden.

12. Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Richtlinien, Normen, Gesetze

Anlage 2: Kopie Entwurfszeichnung für Antriebsabmessungen ausgefahren

Anlage 3: Arbeitsblatt für Kolbenstangenermittlung [XV]

Anlage 4: Kopie Entwurfszeichnung für Außenmaße FSE

Anlage 5: Kopie Entwurfszeichnung Fellschiebebacke

13. Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Ostrom, Siegfried: Kautschuk-Handbuch, zweiter Band – Stuttgart: Berliner Union: 1960
- [2] Ostrom, Siegfried: Kautschuk-Handbuch, vierter Band – Stuttgart: Berliner Union: 1961
- [3] Heinz, Hübner, Poethke, Schütz: Technologie 1 – Lagerung und Aufbereitung von Rohstoffen. Ingenieurschule Chemie Fürstenwalde (Spree): 1962
- [4] Heinz, Schulz: Technologie 2 – Einrichtungen und Mischtechnik zur Herstellung von Kautschukmischungen in Innenmischern. - Ingenieurschule Chemie Fürstenwalde (Spree): 1962
- [5] Heinz, Schulz: Technologie 3 – Walzwerke. - Ingenieurschule Chemie Fürstenwalde (Spree): 1962
- [6] Hübner, Poethke: Technologie 4 – Mischungsverarbeitung Walzen und Kalandrieren. – Ingenieurschule Chemie Fürstenwalde (Spree): 1962
- [7] Heinz, Hübner, Poethke, Schütz: Technologie 5 – Mischungsverarbeitung –Schneckenpressen - . - Ingenieurschule Chemie Fürstenwalde (Spree): 1962
- [8] Köhler, Peter: Moderne Konstruktionsmethoden im Maschinenbau. – 1. Aufl. Würzburg: Vogel, 2002
- [9] Conrad, Klaus-Jörg, u.a.: Taschenbuch der Konstruktionstechnik. – 3. Aufl. München: Carl Hanser: 2004
- [10] Conrad, Klaus-Jörg: Grundlagen der Konstruktionslehre – Methoden und Beispiele für den Maschinenbau. – 3. Aufl. München: Carl Hanser: 2005
- [11] Berg, Wolfgang: Pro/Engineer – Tipps und Techniken Für alle Wildfire- Versionen. – München: Carl Hanser: 2006
- [12] Muhs, Dieter; Wittel, Herbert; Jannasch, Dieter; Voßiek, Joachim: Roloff/Matek Maschinenelemente – Tabellen (Viewegs Fachbücher der Technik). – 18. Aufl. Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn: 2007
- [13] Muhs, Dieter; Wittel, Herbert; Jannasch, Dieter; Voßiek, Joachim: Roloff/Matek Maschinenelemente – Normung, Berechnung, Gestaltung. (Viewegs Fachbücher der Technik). – 18. Aufl. Wiesbaden: Friedr. Vieweg & Sohn: 2007
- [14] Hoenow, Gerhard; Meißner, Thomas: Konstruktionspraxis im Maschinenbau – Vom Einzelteil zum Maschinendesign. - München: Carl Hanser: 2009
- [15] Böge, Alfred: Handbuch Maschinenbau – Grundlagen und Anwendungen der Maschinenbau-Technik. – 19. Aufl. Wiesbaden: Vieweg+ Teubner: 2009
- [16] DIN EN 1417 Kunststoff- und Gummimaschinen – Walzwerke – Sicherheitsanforderungen, Beuth: 2010

- [I] ERMAFA Sondermaschinen- und Anlagenbau, 2010
- [II] ANTRIMA Linearmotoren GmbH: [PDF] Handbuch für ANTRIMA-Linearmotoren.
http://www.antrima.de/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=27&Itemid=44
, verfügbar am 4.2.2011
- [III] Jung Antriebstechnik und Automation GmbH: p0123x80.jpg. URL: <http://www.ja2-gmbh.de/p0123x80.jpg> , verfügbar am 4.2.2011
- [IV] MEDAN GmbH: 06ff02a9ea.jpg. URL: <http://www.medan-gmbh.com/typo3temp/pics/06ff02a9ea.jpg> , verfügbar am 4.2.2011
- [V] MEDAN GmbH: e9a16b5c27.jpg. URL: <http://www.medan-gmbh.com/typo3temp/pics/e9a16b5c27.jpg> , verfügbar am 4.2.2011
- [VI] Raco-Elektrik-Maschinen GmbH: elektrozyylinder-3D.jpg . URL:
<http://www.raco.de/de/gifs/elektrozyylinder-3D.jpg> , verfügbar am 4.2.2011
- [VII] AGIROSSI GmbH: startbild.jpg. URL: <http://www.agirossi.de/cms/uploads/media/startbild.jpg>
Verfügbar am 4.2.2011
- [VIII] SD-Hydraulik Sundermeyer GmbH & Co. KG: teleskopzyl-kl.jpg. URL: <http://www.sd-hydraulik.de/grafik/teleskopzyl-kl.jpg> , verfügbar am 4.2.2011
- [IX] Bornemann Gewindetechnik GmbH & Co.KG: Gewinde_Spindeln_3_Bornemann_WEB.jpg.
URL: <http://www.bornemann-gewindetechnik.de/dateien/design/bildspalte/Gewinde> , verfügbar
am 4.2.2011
- [X] Bosch-Rexroth AG: 1_kgt.jpg. URL:
http://www.boschrexroth.com/business_units/brl/de/a_images/Bilder-LT/1_kgt.jpg , verfügbar
am 4.2.2011
- [XI] A. Mannesmann Maschinenfabrik GmbH: 4-05sonderl1o.jpg. URL:
http://www.amannesmann.de/images/4_kgt/4-05sonderl1o.jpg , verfügbar am 4.2.2011
- [XII] Ralf Roletschek: 800px-Kettenvergleich.jpg. URL:
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/88/Kettenvergleich.jpg/800px-Kettenvergleich.jpg> , verfügbar am 4.2.2011
- [XIII] kein Verfasser: 800px-Ford_Cosworth_BDR_002.jpg. URL:
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/c/c9/Ford_Cosworth_BDR_002.jpg/800px-Ford_Cosworth_BDR_002.jpg , verfügbar am 4.2.2011
- [XIV] kein Verfasser: 800px-Ritzel_mit_Zahnstange.JPG. URL:
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/45/Ritzel_mit_Zahnstange.JPG/800px-Ritzel_mit_Zahnstange.JPG , verfügbar am 4.2.2011
- [XV] Hoerbiger Holding AG: verins-76837_10b.jpg. URL:
http://img.directindustry.fr/pdf/repository_di/5764/verins-76837_10b.jpg , verfügbar am 4.2.2011

14. Erklärung zur selbstständigen Anfertigung der Arbeit

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Chemnitz, 17.02.2011

Unterschrift

Richtlinien/ Normen/ Gesetze

Hrsg.: VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung:

- VDI Richtlinie 2220 - Produktplanung; Ablauf, Begriffe und Organisation. Beuth: 1980
- VDI Richtlinie 2221- Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte. Beuth: 1993
- VDI Richtlinie 2222 - Konstruktionsmethodik - Methodisches Entwickeln von Lösungsprinzipien. Beuth: 1997
- VDI Richtlinie 2223 - Methodisches Entwerfen technischer Produkte. Beuth: 2004
- VDI Richtlinie 2225 - Konstruktionsmethodik - Technisch-wirtschaftliches Konstruieren - Technisch-wirtschaftliche Bewertung. Beuth: 1998

Harmonisierte europäische Normen:

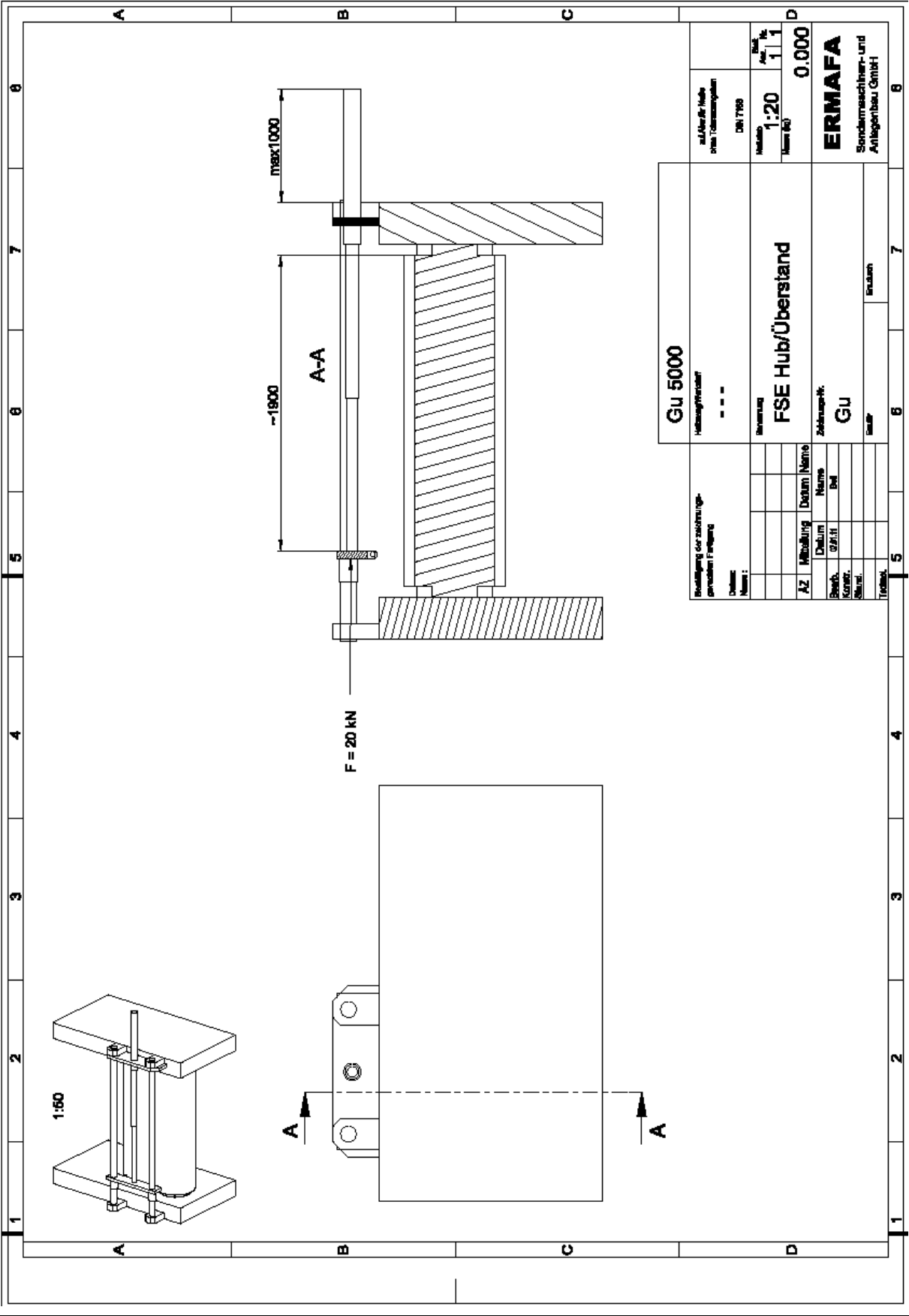
- EN 349:1993+A1:2008 Sicherheit von Maschinen - Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen
- EN 547-3:1996+A1:2008 Sicherheit von Maschinen - Körpermaße des Menschen -Teil 3: Körpermaßdaten
- EN 614-1:2000+A1:2008 Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Gestaltungsgrundsätze – Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze
- EN 614-2:2000+A1:2008 Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Gestaltungsgrundsätze - Teil 2: Wechselwirkungen zwischen der Gestaltung von Maschinen und den Arbeitsaufgaben
- EN 894-1:1997+A1:2008 Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen
- EN 894-2:1997+A1:2008 Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Teil 2: Anzeigen
- EN 894-3:2000+A1:2008 Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Teil 3: Stellteile
- EN 953:1997+A1:2009 Sicherheit von Maschinen - Trennende Schutzeinrichtungen – Allgemeine Anforderungen an Gestaltung und Bau von feststehenden und beweglichen trennenden Schutzeinrichtungen
- EN981:1996+A1:2008 Sicherheit von Maschinen - System akustischer und optischer Gefahrensignale und Informationssignale
- EN982:1996+A1:2008 Sicherheit von Maschinen - Sicherheitstechnische Anforderungen an fluidtechnische Anlagen und deren Bauteile - Hydraulik
-

- EN 1037:1995+A1:2008 Sicherheit von Maschinen - Vermeidung von unerwartetem Anlauf
- EN 1299:1997+A1:2008 Mechanische Schwingungen und Stöße - Schwingungsisolierung von Maschinen - Angaben für den Einsatz von Quellenisolierungen
- EN 1417:1996+A1:2008/AC:2009 Kunststoff- und Gummimaschinen - Walzwerke – Sicherheitsanforderungen
- EN ISO 12100-1:2003/A1:2009 Sicherheit von Maschinen - Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze - Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie
- EN ISO 12100-2:2003/A1:2009 Sicherheit von Maschinen - Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze - Teil 2: Technische Leitsätze
- EN ISO 13849-1:2008/AC2009 Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze
- EN ISO 13849-2:2008 Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 2: Validierung
- EN ISO 13850:2008 Sicherheit von Maschinen - Not-Halt - Gestaltungsleitsätze
- EN ISO 13857:2008 Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefährdungsbereichen mit den oberen und unteren Gliedmaßen
- EN ISO 14121-1:2007 Sicherheit von Maschinen - Risikobeurteilung - Teil 1: Leitsätze
- EN ISO 14738:2008 Sicherheit von Maschinen - Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen
- EN 61310-1:2008 Sicherheit von Maschinen - Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen Teil 1: Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale
- EN 61310-2:2008 Sicherheiten von Maschinen - Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen - Teil 2: Anforderungen an die Kennzeichnung
- EN 61310-3:2008 Sicherheit von Maschinen - Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen - Teil 3: Anforderungen an die Anordnung und den Betrieb von Bedienteilen (Stellteilen)

Weitere Gesetze

- GPSG- Geräte- und Produktsicherheitsgesetz
 - 9. GPSGV- Maschinenverordnung
 - 14. GPSGV- Druckgeräteverordnung
 - DIN EN 563 Sicherheit von Maschinen – Temperaturen berührbarer Oberflächen
-

Entwurfszeichnung für Antriebsabmessungen ausgefahren



Arbeitsblatt für Kolbenstangenermittlung

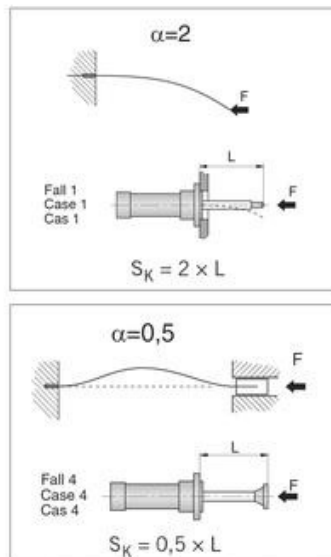


Ermittlung des Kolbenstangen- ϕ

Determination of the piston rod- ϕ

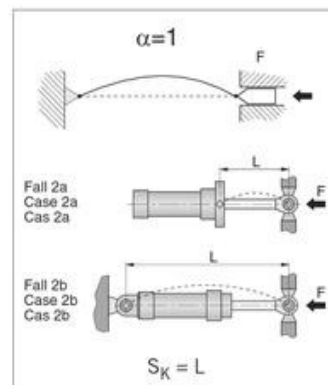
Dimensionnement de ϕ de tige

Belastungsfälle

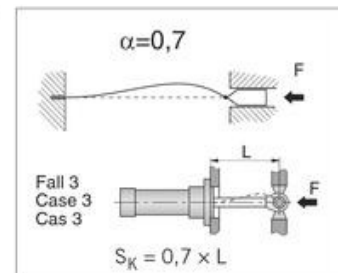


Fall 4 ist ungünstig und sollte vermieden werden
Case 4 is unfavourable and should be avoided
Le cas 4 doit être évité

Load characteristics



Type de chargement



1. Ermittlung des Belastungsfalles: α
2. Ermittlung der ausgefahrenen Länge: L
3. Berechnung der Knicklänge: $s_K = \alpha \times L$
4. Ermittlung des Kolbenstangen- ϕ aus Kolbenstangenbelastungsdiagramm

1. Determination of the load characteristic: α
2. Determination of the extended length: L
3. Calculation of the unsupported length: $s_K = \alpha \times L$
4. Determination of the rod ϕ from the piston rod load diagram

1. Détermination du type de chargement: α
2. Détermination de la longueur tige sortie: L
3. Calcul de la longueur de flambage: $s_K = \alpha \times L$
4. Détermination du ϕ d'alésage en fonction du diagramme de chargement de la tige

Kolbenstangenbelastungsdiagramm

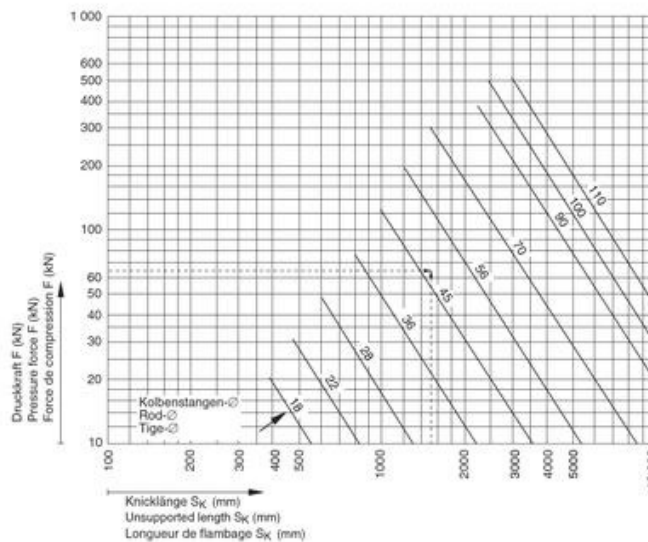
Piston rod load diagram

Diagramme de chargement de tige

Knicksicherheit = 3,5

Buckling security = 3,5

Coefficient de sécurité au flambage = 3,5

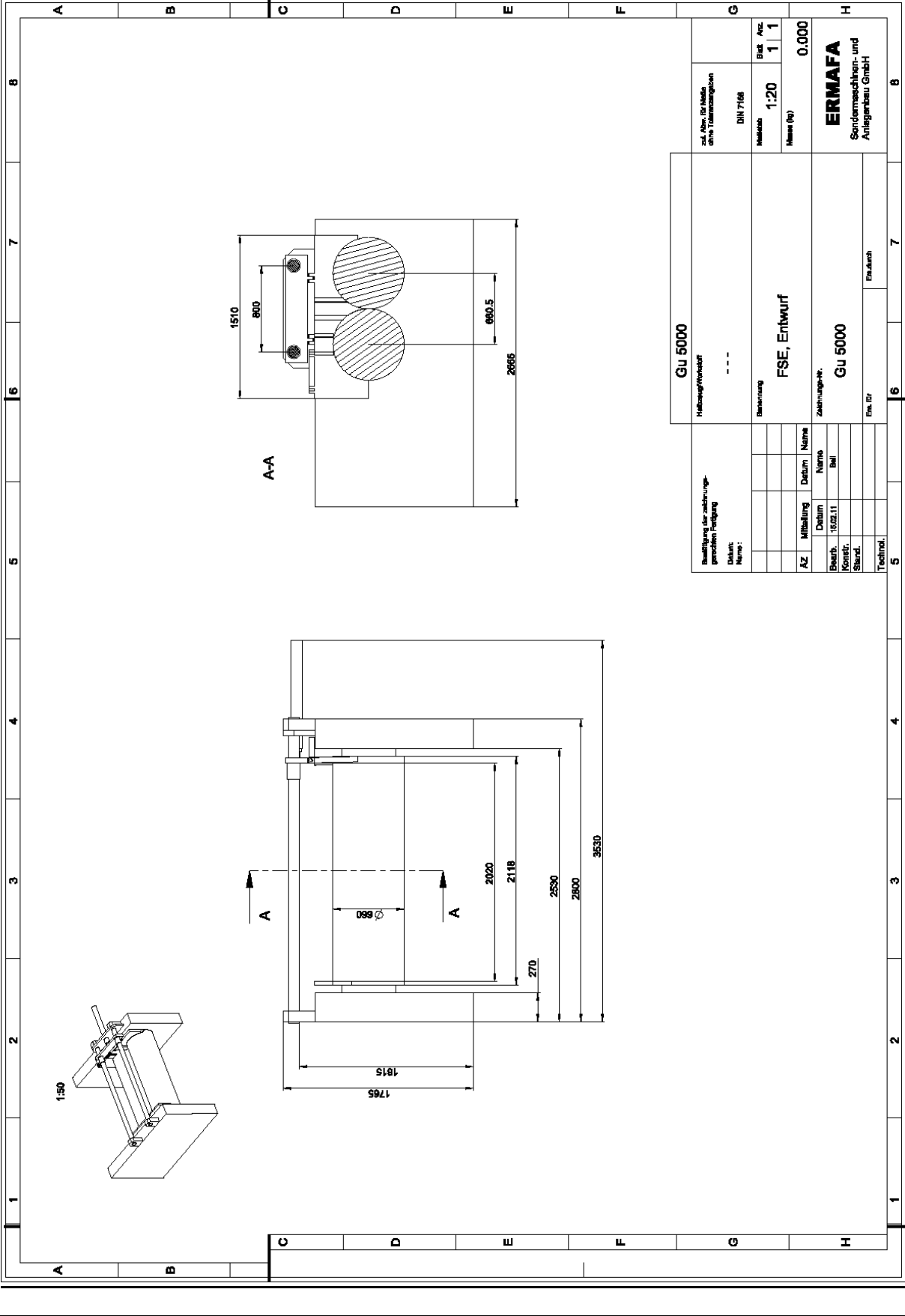


Beispiel:
Für einen Zylinder nach **Belastungsfall 1**
($\Rightarrow \alpha=2$) mit ausgefahrter Länge 760 mm
($\Rightarrow S_K=1520$ mm) ergibt sich für eine
Druckkraft von 64 kN ein Stangen- ϕ von
56 mm.

Example:
For a cylinder according to **load characteristic 1**
($\Rightarrow \alpha=2$) with an extended length of 760 mm
($\Rightarrow S_K=1520$ mm) accrued for a pressure force of 64 kN a piston rod ϕ of 56 mm.

Exemple:
Pour un vérin chargé suivant le **cas de chargement 1**
($\Rightarrow \alpha=2$) avec longueur tige sortie 760 mm
($\Rightarrow S_K=1520$ mm) ce qui donne, pour une force de compression de 64 kN, un ϕ de tige de 56 mm.

Entwurfszeichnung für Außenmaße FSE



Entwurfszeichnung Fellschiebebacke

